This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

[redacted]
a39015 00007594 8b

Digitized by Google

Digitized by Google

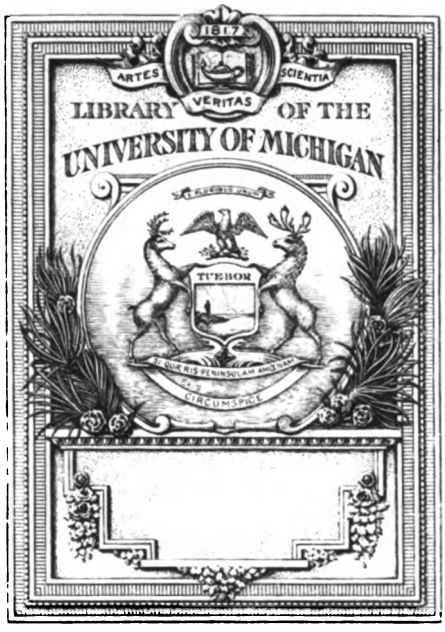
Natural Science
Library
G
A

Digitized by Google

Digitized by Google

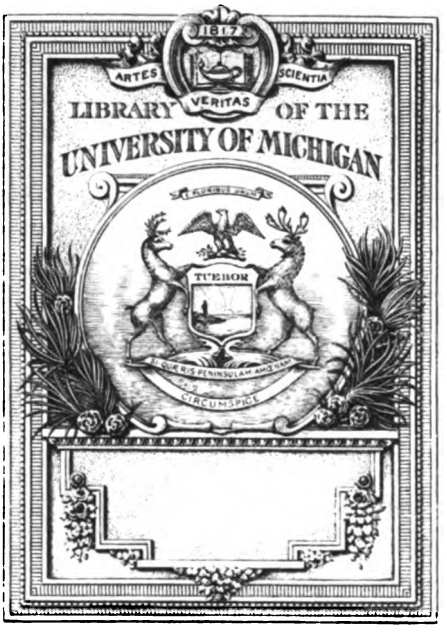
Natural Scien
Library
G
A

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Natural Science
Library

# BULLETIN

DU

# LABORATOIRE

DE

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

DE

# L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

PUBLIÉ PAR

**le Dr John BRIQUET**

Directeur du Jardin botanique de Genève,
Conservateur de l'Herbier Delessert,
Privat-docent à l'Université.

VOLUME I

N° 1.

SOMMAIRE.

Avant-propos.

I. Mélanges — Articles de J. Briquet, G. Hochreutiner, M. Tswett, avec une vignette dans le texte.

II. Études de biologie florale dans les Alpes occidentales, par J. Briquet, avec trois planches.

**15 avril 1896.**

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
précédemment Aubert-Schuchardt.
1896

Digitized by Google

Extrait des Archives des Sciences physiques et naturelles
Quatrième période.
Volume I. — 1896

Digitized by Google

Botany-Gen lib
Schmidt
45883
v.1-2,3'
Transfer to
Science
2-24-10

# BULLETIN

DU

# LABORATOIRE DE BOTANIQUE GÉNÉRALE

DE

# L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

N° 1.

---

## AVANT-PROPOS

Beaucoup de recherches de détail entreprises dans les laboratoires sont perdues pour la science. Tantôt leurs auteurs sont empêchés de les poursuivre faute de temps, tantôt le désir de les rendre plus complètes en font ajourner indéfiniment la publication. Cependant, cette publication serait parfois bien désirable, soit pour enregistrer des faits nouveaux ou la confirmation de faits déjà annoncés, soit pour attirer l'attention sur des questions qui attendent encore leur solution.

Souvent aussi, les résultats des recherches paraissent dans divers périodiques sans liens entre eux et ne donnent alors qu'une idée imparfaite de la direction imprimée au travail dans le laboratoire.

Les expériences que nous avons faites à ces divers points de vue au laboratoire de botanique générale de

Digitized by Google

l'Université de Genève nous ont engagé, avec l'assentiment de M. le professeur Thury, directeur du laboratoire, à réunir les travaux qui s'y exécutent en un *Bulletin*. Par ce moyen, on trouvera rassemblés en un corps des documents jusqu'alors éparpillés ou qui n'auraient pu être publiés que beaucoup plus tard. Ce mode de faire, qui tend du reste à se répandre, aura en outre l'avantage de manifester extérieurement l'activité scientifique du laboratoire.

Les numéros du *Bulletin* paraîtront en tirage à part de divers recueils scientifiques, particulièrement des *Archives des sciences physiques et naturelles*, au fur et à mesure des besoins. Chaque volume comprendra de 5 à 10 numéros. Le dernier numéro du volume contiendra une table générale des matières et un index des noms.

Les articles insérés dans le *Bulletin* sont de deux sortes. Les uns sont des mémoires d'une certaine étendue portant un titre particulier, les autres sont des notes plus courtes ou de moindre importance réunies sous le titre de *Mélanges* et distinguées par des caractères plus petits.

Dr J. Briquet.

Laboratoire de Botanique générale de l'Université,
15 mars 1896.

Digitized by Google

# I

# MÉLANGES

SOMMAIRE : Briquet, Modifications produites par la lumière dans le géotropisme des stolons des menthes. — Idem, Anatomie comparée de plusieurs groupes de Gamopétales — Hochreutiner, Contribution à l'étude des acacias phyllodinés. — Briquet, Cas de fasciation compliquée d'une tripartition de la fleur chez le Ranunculus bulbosus. — Tswett, Sur l'emploi des permanganates dans la microtechnique.

M. BRIQUET communique des recherches qu'il a entreprises ***sur les modifications produites par la lumière dans le géotropisme des stolons des menthes.*** Il rappelle d'abord qu'il existe chez les menthes deux sortes de stolons : les uns ***épigés***, verts ou colorés en pourpre par l'authocyane, munis de stomates, pourvus de feuilles réduites; les autres hypogés, incolores, dépourvus de stomates et munis d'écailles. Certaines espèces possèdent ces deux sortes de stolons (***Mentha arvensis, M. aquatica, M. rotundifolia***), tandis que d'autres ne possèdent que des stolons hypogés (***M. longifolia, M. viridis***). C'est sur ces dernières que l'auteur a porté son attention, pour voir si le diagéotropisme qui donne aux stolons un parcours voisin de l'horizontale dans le sol pouvait être modifié par l'action de la lumière. En effet, dans un travail remarquable, M. Stahl a démontré il y a quelques années que des stolons hypogés diagéotropiques de ***Trientalis,*** de ***Circaea*** et d'***Adoxa*** devenaient prosgéotropiques lorsqu'on faisait agir la lumière sur eux et a laissé entrevoir que ce phénomène possède probablement une certaine généralité [1].

[1] Stahl, *Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane (Berichte der deutsch. bot. Gesellsch.* II p. 383, ann. 1884).

Digitized by Google

Après avoir cultivé un certain temps des stolons de *M. viridis* et de *M. longifolia* recouverts de sable humide, dans une position horizontale, M. Briquet a mis à nu le bourgeon terminal et l'a éclairé de divers côtés sur différents pieds. Au lieu de se courber vers le bas, ces bourgeons ont verdi en 4 à 5 jours d'une façon très appréciable, se sont graduellement courbés vers le haut et ont pris une position franchement apogéotropique. En prolongeant l'expérience, l'auteur a vu ces bourgeons se transformer en rameaux aériens feuillés. Si l'éclairage était inégal, qu'un côté du bourgeon par exemple, fût favorisé d'une façon exclusive et persistante, tandis que les autres côtés étaient protégés par un écran, alors la position prise par le sommet du stolon verdissant correspondait peu à peu à une résultante due à l'action combinée d'un héliotropisme positif et de l'épigéotropisme. On peut conclure de ces expériences que la lumière modifie certainement le géotropisme comme l'a indiqué M. Stahl, seulement elle transforme ici un diagéotropisme en apogéotropisme et non en prosgéotropisme comme cela est le cas pour les plantes étudiées par le physiologiste allemand.

M. Stahl a du reste brièvement reconnu l'existence de ce mode d'action de la lumière chez les tiges souterraines des genres *Asperula*, *Cerastium*, et *Epilobium*. Il existe donc une certaine variété à cet égard. Chez les *Mentha longifolia* et *viridis*, on voit vers la base des tiges des rameaux ascendants, intermédiaires par leur apparence entre un vrai rameau aérien et un stolon épigé, c'est ce que l'on désigne dans les descriptions sous le nom de *flagellum*. Il dépend uniquement de la naissance épigée ou hypogée d'un bourgeon basilaire, de le voir doué de diagéotropisme et devenir *stolon*, ou pourvu d'apogéotropisme et devenir *flagellum*. — Les propriétés des stolons *épigés* qui gardent une position horizontale malgré l'éclairage constant auquel ils sont exposés sont évidemment tout autres que celles des stolons *hypogés* précités, il y a là une différence *physiologique* qui nous paraît plus grave que les différences *morphologiques* présentées par les deux sortes de stolons, attendu que ces dernières sont essentiellement épharmoniques.

Digitized by Google

M. Briquet résume à grands traits des recherches effectuées par lui depuis plusieurs années sur l'*anatomie comparée de l'appareil végétatif de plusieurs groupes de Gamopétales : Phrymacées, Stilboïdées, Chloanthoïdées, Myoporacées et Brunoniacées*. Il décrit l'organisation des trois premiers groupes en montrant comment, chez les Stilboïdées et les Chloanthoïdées, l'adaptation à des conditions de xérophilie extrêmes s'opère également par des moyens assez différents. Chez les Stilboïdées, il mentionne la présence de deux lièges, dont l'un apparaît d'une façon asynchronique. Les Chloanthoïdées lui fournissent matière à une discussion sur la valeur morphologique des macroptères. Les macroptères des *Chloanthes* sont des dépendances des feuilles : leur système libéro-ligneux n'a rien affaire avec le système libéro-ligneux stélique. Les Myoporacées se séparent de tous les groupes voisins de Gamopétales par la présence de poches sécrétrices. M. Briquet confirme entièrement l'opinion de M. van Tieghem et de M^lle^ Leblois sur l'origine schizogène de ces poches. En fait de particularités histologiques intéressantes dans la famille, l'auteur indique : l'organisation bizarre de certains trichomes ; des vaisseaux et trachéides tous spiralés dans le bois secondaire (*Myoporum salsoloides*) ; le fait que le périderme est hypodermique dans la tige, péricyclique dans la racine ; un périderme hypodermique dans certaines pétioles (*Bontia*) ; des poches sécrétrices tertiaires naissant aux dépens du phelloderme radical ; un métaxylème dans la stèle radicale, etc., etc. Le genre *Oftia* diffère de toutes les Myoporacées par l'absence de poches sécrétrices et la présence d'un liber interne, disposé à la périphérie de la moelle en petits îlots. M. Briquet crée pour ce genre *Oftia*, en se basant sur ces caractères qui sont fondamentaux, une tribu des *Oftieæ* qu'il oppose aux autres genres de Myoporacées groupées sous le nom de *Eumyoporeae*. Partout l'auteur a cherché à déterminer l'origine, le mode de différenciation et la valeur morphologique vraie des organes ou des tissus étudiés ; il a établi, pour la première fois, dans ces divers groupes la course des faisceaux par la méthode des coupes en série, et a tâché d'en systématiser les descriptions au moyen de notations rationnelles.

Digitized by Google

M. G. Hochreutiner présente par l'intermédiaire de M. Briquet, une *contribution à l'étude des Acacia phyllodinés.*

On sait que chez les *Acacia*, les phyllodes, pétioles élargis des feuilles, sont comprimés latéralement, et que leurs faces ne correspondent pas aux faces de la feuille, mais au contraire à ses bords. Cette disposition est visible extérieurement: 1° par le fait que le phyllode à une position *verticale*; 2° parce que son *bord supérieur* porte une glande nectarifère qui s'observe chez tous les *Acacia* et qui jalonne la partie supérieure du pétiole, fait dont on peut se convaincre par l'examen des *Acacia* qui portent des folioles.

L'étude anatomique confirme ces résultats. Comme Strasburger l'a décrit chez les *Acacia floribunda* et *A. verticillata*[1], on remarque en général que trois faisceaux partent de la tige et pénètrent dans la base du phyllode, où ils fusionnent, pour se séparer de nouveau un peu plus loin en trois. Les deux latéraux fusionnent de nouveau pour former le faisceau marginal supérieur et le troisième, à la partie médiane, constitue le faisceau marginal inférieur.

A de légères modifications près, nous avons retrouvé une disposition identique chez plus d'une centaine d'espèces. Une seule a fait exception, c'est l'*Acacia leptospermoides* Benth., classée par Bentham[2] dans la sous-série *Plurinerves* (*Microneurae*), à côté d'une quantité d'autres espèces dont elle diffère cependant par un caractère très important. En effet, l'*A. leptospermoides* a des phyllodes aplatis *horizontalement*; la glande nectarifère, au lieu d'occuper la marge, se trouve exactement *au milieu de la surface supérieure* du phyllode. La course des faisceaux est aussi très différente de celle des autres espèces. On voit bien toujours trois faisceaux partir de la tige, mais ils ne fusionnent pas. Dans la partie moyenne, ils présentent tous une structure concentrique; puis le faisceau médian se divise suivant un plan parallèle à la surface du phyllode. Les deux faisceaux latéraux ont une

[1] Strasburger, *Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen*, p. 176. Jena 1891.

[2] Bentham, *Flora australiensis* II p. 383. London 1864.

Digitized by Google

section réniforme, dont la concavité est tournée obliquement en haut; ils se divisent en plusieurs nervures par des plans presque perpendiculaires à la surface du phyllode. C'est dire qu'ils se comportent d'une façon absolument différente du faisceau médian. La partie supérieure de ce faisceau médian se prolonge jusqu'à la glande nectarifère qu'elle innerve.

C'est avec étonnement que, dans un groupe aussi homogène que les *Acacia* phyllodinés, nous constatons la présence d'une espèce possédant des caractères aussi hétéroclites. On admet, en effet, que l'aplatissement latéral des phyllodes sert à atténuer l'action d'une insolation trop intense, les rayons ne tombant plus normalement à la surface des organes assimilateurs[1]. Cependant, chez l'*A. leptospermoides*, les phyllodes tournent leur surface perpendiculairement à la lumière du soleil. Si l'on considère le fait de développer des phyllodes verticaux par compression latérale comme dû à la xérophilie, il faut croire que c'est aussi la sécheresse qui a provoqué l'apparition de ces organes chez l'*A. leptospermoides*. Dès lors, on est obligé de conclure que l'*A. leptospermoides* est une espèce *très ancienne*. Son origine remonte assurément à l'époque où les phyllodes ont commencé à se différencier dans la série. Il est en effet impossible de supposer que nous ayons là une modification ou une différenciation d'un phyllode vertical.

Nous proposons donc, dores et déjà, de scinder la division des *Phyllodineae* de Bentham[2] en deux subdivisions: 1° celle des *Orthophyllodineae* comprenant tous les *Acacia* à

[1] Tschirch, *Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort, mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. (Linnaea* XLIII p. 160, ann. 1882*)*.

[2] Bentham (*Genera plantarum* I. p. 595), appelle « série » le groupe des *Phyllodineae;* mais le terme « division » (*Flora austral.* II p. 303) est à la fois plus ancien et plus commode, vu les nombreuses subdivisions des Phyllodinés que l'on ne saurait comment dénommer et que l'auteur a lui-même (l.c.) qualifiées de « séries », « sous-séries », etc.

Digitized by Google

phyllodes *verticaux*, et 2° celle des *Diaphyllodineae* à phyllodes horizontaux [1].

M. Briquet étudie un *cas de fasciation compliquée d'une tripartition de la fleur chez le Ranunculus bulbosus*. La tige fasciée forme un large ruban terminé par une fleur monstrueuse, dont le diagramme possède un axe étiré dans le sens du plan de la fasciation. Tandis que les fleurs normales ont un diamètre de 2 cm., le grand diamètre de la fleur anormale atteint 3 cm. En s'étirant, la fleur s'est divisée en trois massifs, un massif central à plan diagrammatique circulaire (que nous appelons massif *A*) et deux massifs latéraux à plan diagrammatique elliptique (massifs *B* et *C*). Les trois massifs ne sont séparés les uns des autres que par deux enfoncements du torus ; ils présentent les particularités suivantes. (Voy. le diagramme ci-joint.)

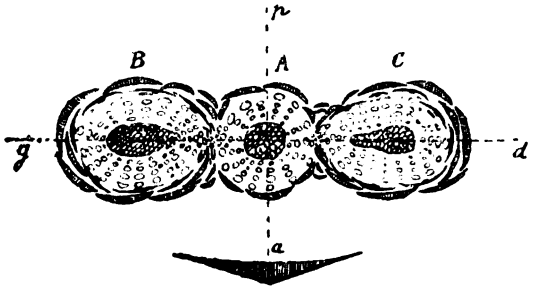



Diagramme d'une fleur monstrueuse du *Ranunculus bulbosus*, placée au sommet d'un pédoncule fascié, et présentant une tripartition incomplète avec étirement de l'axe du diagramme dans le plan de la fasciation ; *ap*, plan de symétrie antéro-postérieur ; *gd*, plan de la fasciation ; se reporter au texte pour le reste.

Sépales.— Ces phyllomes sont au nombre de 10 à 12 pour les massifs *B* et *C*; ils sont nombreux dans les enfoncements

[1] Il n'est fait aucune mention des phyllodes horizontaux dans l'ouvrage de Bentham (op. cit.); ces derniers ne sont non plus nulle part figurés dans la publication iconographique plus récente du baron de Mueller (voy. F. v. Mueller, *Iconography of australian species of Acacia and cognate genera*. Melbourne 1887-1888).

Digitized by Google

mais ne paraissent point appartenir au massif *A*. Leur disposition est irrégulière ; ils chevauchent les uns sur les autres ; ils sont plus allongés et plus velus que les sépales normaux.

Pétales. — Les pétales de fleurs normales récoltées à côté de l'individu monstrueux sont obovés, arrondis au sommet et longuement cunéiformes à la base où se trouve un onglet verdâtre, tandis que le limbe est d'un jaune d'or. La nervation de ces pétales est constituée par une série de cordons, divergeant graduellement à partir de l'onglet pour aboutir à la marge supérieure du limbe. Vers le sommet, toutes ces nervures se bifurquent plusieurs fois et celles des bords cèdent une série de cordonnets secondaires du côté de la marge la plus proche. Les pétales anormaux présentent peu de différences d'avec les pétales normaux. Certains d'entre eux ont même exactement la même forme. La plupart sont cependant plus étroits. Un certain nombre d'entre eux sont difformes, ayant pris un accroissement exagéré d'un seul côté. La nervation, sans changer de disposition, est plus développée du côté hypertrophié. — Les pétales n'existent que dans les massifs latéraux *B* et *C*, ils font défaut dans le massif *A*. Ils occupent toute la périphérie de l'androcée, mais uniquement du côté extérieur ; partout où les massifs *B* et *C* sont en contact avec le massif *A*, les pétales font défaut. Le nombre des pétales s'élève de 5 à 8 et à 12 ; ils chevauchent les uns sur les autres, de telle sorte qu'il est impossible de les considérer comme insérés sur une spirale régulière. Les derniers pétales, c'est-à-dire ceux qui avoisinent le massif *A* sont pliés ; leur dos de plicature est inséré dans les enfoncements qui séparent les massifs *B* et *C* du massif *A*.

Androcée. — Chaque massif possède un androcée normal mais à très nombreuses étamines; celles-ci ont en moyenne des filaments plus courts et des loges anthériennes plus longues que les normales. Le pollen est constitué par des grains ellipsoïdaux, à membranes minces, pourvus de trois plis longitudinaux, un peu ondulés, très nets, se réunissant aux pôles du grain et divisant la paroi en trois champs finement ornementés. Au contact de l'eau tiède sucrée, les grains germent très facilement en émettant des boyaux normaux.

Digitized by Google

Gynécée. — Le gynécée des massifs *B* et *C* est de forme elliptique, celui du massif *A* a un contour circulaire. Les carpelles sont très nombreux, ordonnés en spirale. Leur bec recourbé est chargé de boyaux polliniques. A la base, les parois des carpelles sont ± hyalines, vers le haut elles sont très chlorophylliennes. Ventrus antérieurement, les carpelles sont pourvus postérieurement d'un cordon libéro-ligneux qui se ramifie dès la base; une grande branche remonte directement dans la direction du bec. — L'ovule est placé dans une cavité carpellaire bien plus grande que lui, de forme ovoïde. Il est tellement anatrope, à raphé ventral, que le micropyle est un peu rentré dans la direction du hile. Les tissus du raphé et des nucelles sont hyalins et turgescents, d'apparence normale. — Le sac embryonnaire, fort petit, est situé à peu près au centre du nucelle.

Nous avons considéré cette singulière monstruosité comme due à la ***tripartition imparfaite d'une fleur unique.*** Ce n'est pas ainsi que l'on a considéré les rares cas analognes signalés dans la littérature tératologique des renoncules. Les auteurs ont généralement vu dans ces formations des ***synanthies***[1], soit des soudures de fleurs rapprochées par l'état tératologique de la tige.

Cependant, au moins pour le cas que nous avons pu étudier, notre interprétation nous paraît plus probable. Il est, en effet, très naturel ***de considérer l'élargissement du diagramme selon son plan transversal comme la conséquence de la fasciation imposée au pédoncule.*** Selon nous, une fleur normale placée au sommet d'un pédoncule fascié serait plus monstrueuse encore, si on peut s'exprimer ainsi, qu'une fleur à diagramme étiré dans le plan de la fasciation. Deux autres raisons nous portent à préférer la théorie de la tripartition imparfaite, c'est d'abord ***la continuité de l'androcée***

[1] Suringar, *Quelques observations de tératologie végétale* (*Arch. néerl.* VII, 1873).

J. Camus, *Anomalis e varieta nella flora del Modenese*, III p. 2 (*Rendic. della soc. dei natural. di Modena*, ser. 3, vol. III, 1886).

Penzig, *Pflanzen-Teratologie* I p. 182.

Digitized by Google

*dans les trois massifs monstrueux*, ensuite *l'absence de préfeuilles antérieures et postérieures pour les massifs* B *et* C. Si ces massifs représentaient des fleurs distinctes, les préfeuilles en question devraient exister[1]. Or on ne trouve, précédant la fleur monstrueuse, qu'une feuille axillaire et deux préfeuilles (bractéoles) latérales placées à des niveaux différents et obliques par rapport au plan *gd*.

Des fleurs du genre de celle qui vient d'être étudiée peuvent-elles perpétuer leur diagramme chez leurs descendants par hérédité ?

Oui, dans une certaine mesure. M. de Vries a démontré que, pour devenir régulièrement héréditaires, les fasciations devaient être sélectionnées parmi les produits de parents fasciés eux-mêmes[2]. Les circonstances dans lesquelles nous avons observé notre *Ranunculus bulbosus* lui imposaient des conditions tout autres. Les croisements ne pouvaient s'opérer qu'avec des individus voisins normaux. Il ne peut guère dès lors se produire que des fasciations *accessoires*, c'est-à-dire des fasciations qui apparaissent *de temps en temps* seulement et *en sautant des générations entières*. Les fleurs à diagramme étiré avec tendance à la partition seront donc normalement en un même lieu un phénomène *sporadique*.

M. M. Tswett présente, par l'intermédiaire de M. Briquet, une note *sur l'emploi des permanganates dans la microtechnique*. Jusqu'à ce jour les permanganates ne paraissent pas avoir été grandement utilisés dans la technique microscopique. D'après Zimmermann[3], le permanganate de potassium ne serait employé que dans l'étude des centrosomes (méthode de Hermann) et cela pour laver les coupes traitées pas l'acide osmique. Les zoologistes se servent de ce même permanga-

[1] Voy. Eichler, *Blüthendiagramme* II p. 160, fig. 62.

[2] De Vries, *Over de erfelijkheid der Fasciatiën* (Sur l'hérédité de la fasciation, avec résumé français). *Bot. Jaarb. door gen. Dodonaea* VI p. 72-118, ann. 1894.

[3] Zimmermann. *Die botanische Microtechnik*, p. 195.

Digitized by Google

nate comme agent de macération, particulièrement pour la dissociation des fibres de la cornée[1].

D'après nos recherches, les permanganates en général et le permanganate de potassium en particulier sont dignes de figurer dans l'histologie végétale au rang de réactifs courants. Des trois permanganates que nous avons étudié jusqu'à ce jour (permanganates de potassium, de sodium et d'argent), le premier nous paraît le plus pratique. Ce n'est pas un réactif simple. Les propriétés chimiques de ce corps sont encore imparfaitement connues. On sait cependant d'une manière générale qu'en présence de corps organiques (en réaction alcaline) il se décompose en donnant des oxydes de manganèse (oxyde et bioxyde) insolubles, de la potasse et de l'oxygène. Grâce à ces fonctions chimiques, le permanganate de potassium exerce sur les tissus organisés une triple action : il colore, gonfle et oxyde.

Les protoplastes sont instantanément tués par la solution concentrée du permanganate de potassium. Ils se colorent immédiatement par suite d'un dépôt uniforme d'oxydes de manganèse; le cytoplasme prend une teinte jaune; le noyau et les chromatophores une teinte brune plus ou moins foncée. En même temps il y a gonflement général des corps protoplasmiques; la structure des chromatophores ressort avec netteté. Les membranes cellulosiques ne se colorent dans le permanganate de potassium qu'après une immersion plus ou moins prolongée.

Le permanganate de potassium est en outre un agent de macération énergique. Il dissout avec rapidité les lamelles pectiques. Des feuilles d'*Elodea*, des sections de divers tissus végétaux, abandonnées dans la solution concentrée pendant un temps qui varie de quelques minutes à plusieurs heures, se laissent très facilement dissocier en leurs éléments constituants.

Nous avons obtenu dans ces conditions de superbes préparations de tubes criblés de *Vitis*; les filaments connectifs se

[1] Lee et Henneguy, *Méthodes de l'Anatomie microscopique*, p. 314.

Digitized by Google

détachaient en brun foncé dans les plaques criblées incolores et gonflées.

La coloration du tissu cellulaire est-elle trop intense, on traitera la préparation par une solution étendue d'acide chlorhydrique. On pourra même ainsi obtenir une décoloration complète, l'acide chlorhydrique dissolvant les oxydes de manganèse.

Désire-t-on éliminer l'action gonflante du permanganate de potassium, on ajoutera à la solution, au moment de s'en servir, quelques gouttes d'acide acétique. Celui-ci neutralisera la potasse au fur et à mesure de sa formation. Dans ces conditions, la macération doit être notablement prolongée.

L'action gonflante est éliminée *ipso facto* dans l'emploi du permanganate d'argent. Comme agent de macération celui-ci est notablement inférieur au permanganate de potassium, ce qui semble tenir surtout à sa moindre solubilité. En effet, un litre d'eau froide dissout environ 0,4 molécules-grammes de permanganate de potassium et 0,023 mol.-gr. de permanganate d'argent.

Quant au permanganate de sodium, l'instabilité de ce sel le rend impropre aux usages que nous venons de décrire.

En résumé, les permanganates peuvent être utilisés avec profit en qualité de colorants protoplasmiques et d'agents de macération. A ce dernier point de vue ils paraissent très supérieurs a la potasse, à l'acide chromique et au liquide de Schultze, attendu qu'ils ne désorganisent pas au même degré le contenu protoplasmique. L'emploi du permanganate de potassium est surtout indiqué dans la technique du tissu libérien.

---

Digitized by Google

II

# ÉTUDES DE BIOLOGIE FLORALE

DANS LES

# ALPES OCCIDENTALES

PAR

**John BRIQUET.**

(Avec les planches I—III.)

## GÉNÉRALITÉS.

Nous avons souvent eu l'occasion, au cours de nos herborisations dans les Alpes occidentales, de faire des observations intéressantes sur la biologie des fleurs. Beaucoup de ces observations se sont trouvé faire double emploi avec des descriptions antérieures. D'autres étaient trop incomplètes pour être livrées à l'impression. Enfin, un bon nombre d'entre elles, et non les moins importantes, sont réservées à une publication sur les Alpes maritimes. Après avoir retranché les matériaux que nous venons d'énumérer, il nous est resté des notes détaillées sur 20 espèces inédites[1] au point de vue biologique; ce sont ces notes que nous avons réunies dans les pages qui suivent.

L'intérêt biologique de ces 20 espèces est très inégal. La plupart présentent cependant des particularités cu-

[1] Sauf celles concernant le *Lychnis flos-Jovis*. Voy. plus loin.

Digitized by Google

rieuses, quelques-unes même très captivantes ; telles sont, par exemple, celles que fournit l'histoire de l'*Helianthemum polifolium*.

Aucune des fleurs étudiées n'est réellement anémophile. La plupart sont entomophiles. Leurs relations avec les insectes sont les suivantes.

FLEURS LÉPIDOPTÉROPHILES.

*Matthiola valesiaca*, *Lychnis flos-Jovis*, *Daphne Cneorum*. Total 3.

FLEURS HYMÉNOPTÉROPHILES.

*Helianthemum polifolium*, *H. canum*, *Cytisus decumbens*, *Anthyllis montana*, *Ononis rotundifolia*, *Astragalus aristatus*, *Onosma vaudense*. Total. 7.

FLEURS DIPTÉROPHILES.

*Saxifraga Cotyledon*. Total 1.

FLEURS LÉPIDO- ET HYMÉNOPTÉROPHILES.

*Vesicaria utriculata*. Total 1.

FLEURS LÉPIDO-, HYMÉNO- ET DIPTÉROPHILES.

*Hugueninia tanacetifolia*, *Aethionema saxatile*, *Iberis saxatilis*, *Geranium rivulare*. Total 4.

FLEURS DIPTÉRO- ET COLÉOPTÉROPHILES.

*Aposeris foetida*. Total 1.

FLEURS NON ENTOMOPHILES.

*Androsace lactea*, *A. villosa*, *Daphne alpina*.

Groupées d'après leur organisation, les fleurs étudiées présentent les catégories suivantes.

A. FLEURS DÉPOURVUES DE NECTAR.

a. Pollen non exposé hors de la fleur : *Androsace lactea*, *A. villosa*, *Daphne alpina*.

b. Pollen exposé hors de la fleur : *Helianthemum polifolium*, *H. canum*.



Digitized by Google

c. Pollen caché, projeté au dehors par un appareil explosif. *Cytisus decumbens.*

B. Fleurs pourvues de nectar.

a. Nectar librement exposé : *Hugueninia tanacetifolia. Saxifraga Cotyledon*

b. Nectar partiellement caché : *Geranium rivulare.*

c. Nectar totalement caché :

I. Type macrosiphoné : *Matthiola valesiaca, Vesicaria utriculata, Lychnis flos-Jovis, Daphne Cneorum.*

II. Type microsiphoné : *Iberis saxatilis, Aethionema saxatile.*

III. Type campanulé : *Onosma vaudense.*

IV. Type papilionacé : *Anthyllis montana, Ononis rotundifolia, Astragalus aristatus.*

Enfin, au point de vue du mode de pollination, on peut établir les groupements suivants :

Autogamie directe.

*Androsace lactea, A. villosa, Daphne alpina.*

Autogamie indirecte.

*Matthiola valesiaca.*

Autogamie directe et indirecte.

*Hugueninia tanacetifolia.*

Autogamie indirecte et allogamie.

*Vesicaria utriculata, Iberis saxatilis, Aethionema saxatile, Helianthemum polifolium, H. canum.* Ici peut-être aussi les Papilionacées étudiées dans ce mémoire.

Autogamie directe, indirecte et allogamie.

*Vesicaria utriculata, Iberis saxatilis, Aethionema saxatile, Aposeris fœtida, Daphne Cneorum.*

Herco-allogamie.

*Cytisus decumbens, Anthyllis montana, Ononis rotundifolia, Astragalus aristatus.*

Digitized by Google

DICHO-ALLOGAMIE.

*Lychnis flos-Jovis*, *Geranium rivulare*, *Saxifraga Cotyledon*, *Onosma vaudense*.

ANDROMONOECIE.

*Helianthemum polifolium*.

Ces quelques données statistiques épuisées, nous passons directement à la description de l'histoire biologique des espèces.

## 1. MATTHIOLA VALESIACA Boiss.

Cette rare Crucifère, dont les fleurs ornent à la fin de mai et en juin les rochers de la vallée de St-Nicolas et se retrouvent çà et là plus à l'est (Simplon, vallée de Binn, etc.), est visitée presque exclusivement par les Lépidoptères diurnes, parfois aussi par les bourdons. Elle exige pour livrer son nectar une trompe longue de 8-10 mm., ce qui exclut de fait une foule de Diptères qui sont attirés par le coloris des pétales et qui ne peuvent atteindre les nectarophores; le diamètre des fleurs atteint 3-3, 5 cm.

Les sépales (fig. 1 A), bien qu'isolés primitivement les uns des autres, forment néanmoins un tube droit et long. Ils sont réunis par leurs marges, au moyen des poils dont ils sont abondamment pourvus extérieurement et qui s'enchevêtrent les uns dans les autres. Les sépales latéraux sont bossus à la base, et la gibbosité fonctionne comme nectarophore. Les sépales antéro-postérieurs sont beaucoup moins bossus à la base et ne contiennent jamais de nectar, ce qui, ainsi que nous allons le voir, est dû à la position des nectaires. Les pétales sont

Digitized by Google

très nettement différenciés en un long onglet droit, et en un limbe obové étalé. Le limbe, dont les marges sont un peu ondulées, est uniformément coloré en violet sale. Au point où le limbe se contracte et se recourbe pour passer à l'onglet, la couleur violette s'arrête pour céder la place au blanc, et se creuse sur la nervure médiane en une rigole verte. La juxtaposition du violet, du blanc et du vert constitue un nectarosème assez défini. Les onglets concaves sont uniformément verdâtres et lisses sur toute leur longueur; ils forment par leur réunion un tube étroit dont le diamètre atteint 1-1, 5 mm. Les onglets étant plus larges au sommet qu'à la base, ils se recouvrent les uns les autres dans leur partie supérieure ce qui donne à la construction une plus grande solidité. La préfloraison est ou bien tout à fait cochléaire, ou disposée de telle sorte que le pétale supérieur droit recouvre ses deux voisins; les trois autres ont alors une disposition cochléaire: le supérieur gauche recouvre l'inférieur gauche, lequel recouvre l'inférieur droit.

Lorsqu'on enlève un des pétales latéraux, on aperçoit pendant l'anthèse, au moins le matin, une goutte de nectar qui perle au-dessus du nectarophore entre les bases des onglets des pétales. En supprimant à leur tour les onglets, on voit que ce nectar est sécrété par deux nectaires verdâtres, en forme de gros mamelons qui sont placés à gauche et à droite, à la base des petites étamines (fig. 1 B). L'espace qui sépare les grandes étamines étant dépourvu de nectaires, on conçoit pourquoi les sépales antéro-postérieurs sont à peine creusés en nectarophores et ne contiennent jamais de nectar.

Les étamines sont incluses dans le tube formé par les onglets à anthères allongées et introrses. Les petites éta-

Digitized by Google

mines arrivent à peu près à mi-hauteur, tandis que le sommet des anthères des grandes étamines atteint tout juste l'orifice du tube. Les filets sont verts et graduellement élargis vers la base, ils sont fortement appuyés contre le tube des onglets, si fortement même, que lorsqu'on enlève avec un scalpel ce tube, les étamines s'écartent immédiatement les unes des autres et ont une tendance à s'étaler. Les étamines antéro-postérieures sont rapprochées par leurs anthères; ces dernières, à sacs très allongés, s'accolent souvent ou même se croisent, détails de positions qui sont variables d'une fleur à l'autre.

Au moment de l'émission du pollen, le pistil est à la hauteur des courtes étamines, mais les stigmates ne sont jamais en contact avec ces dernières dont elles sont séparées par la largeur des filets des longues étamines. Ces dernières dépassent de beaucoup le stigmate. Les papillons qui butinent le nectar du *Matthiola* frottent régulièrement leur trompe contre les anthères, vu la position que celles-ci occupent contre les parois du tube. Il est fort possible qu'en allant d'une fleur à l'autre, ces insectes produisent accidentellement une pollination croisée, mais il est infiniment plus probable que la pollination est normalement directe. Tout à fait à la fin de l'anthèse, le pistil s'allonge et, en passant entre les grandes étamines, se barbouille parfois du pollen qui est resté accroché aux anthères flétries; mais à ce moment-là, la fécondation a déjà eu lieu. On peut donc dire que chez le *M. valesiaca* la visite des insectes est d'un grand secours pour la pollination, mais que cette dernière est très probablement généralement directe. Le pistil est pourvu au sommet de deux lobes stigmatiques papilleux.

Digitized by Google

## 2. Vesicaria utriculata L.

Cette race Crucifère, que l'on trouve en petite quantité au printemps en Bas-Valais sur les rochers autour de la cascade de Pissevache, attire de loin l'attention par ses grappes de grandes fleurs d'un beau jaune. Ces dernières sont visitées par des Hyménoptères et des Lépidoptères. On voit bien de temps en temps des mouches se poser sur les corolles, mais elles ne peuvent atteindre le nectar,

Les sépales sont lisses sur les deux faces et tournent leur concavité vers l'intérieur; leurs bords se recouvrent pendant l'anthèse, de façon à constituer un tube étroit. Les sépales latéraux sont plus longs que les autres et creusés à la base en une fossette nectarifère. La corolle dépourvue de nectarosème voit son éclat renforcé par le fait que, pendant l'anthèse, le calice tend à prendre la même couleur qu'elle; elle offre un diamètre de 1,5 cm. Les pétales sont différenciés en onglets étroits et allongés, concaves, à concavité tournée vers l'intérieur, et en limbes obovés, à marges arrondies. Par leur réunion, les onglets forment un tube de 1-1,5$^{mm}$ de diamètre.

Si on pratique l'ablation des sépales latéraux (fig. 2), on constate, comme dans l'espèce précédente, à droite et à gauche des étamines latérales, à la base, deux nectaires sous la forme de mamelons verdâtres. Il y a donc de nouveau 4 nectaires. Seulement ici, les nectaires sont beaucoup plus saillants; ils ont la forme de petites cornes qui dépassent les onglets des pétales et viennent faire légèrement saillie au-dessus des nectarophores. Il n'y a aucune formation de nectaires au-dessus des sépales antéro-postérieurs qui sont aussi beaucoup plus faiblement creusés à la base.

Digitized by Google

Le *Vesicaria* offre cette particularité intéressante que son androcée n'est pas toujours tétradyname : les deux étamines latérales sont parfois aussi longues que les antéro-postérieures. Toutes les anthères sont portées par de longs filets jaunâtres[1] ; elles sont introrses. Ici encore les étamines sont fortement appuyées contre le tube des onglets, et s'écartent les unes des autres quand on supprime le dit tube. C'est surtout le cas pour les étamines latérales qui vers le milieu de l'anthèse déjà, font saillie extérieurement en écartant les onglets des pétales et même les sépales. Les anthères et le sommet du pistil forment un massif inséré juste à l'entrée du tube et en obstruent complètement l'entrée. Les deux lobes stigmatifères du style dépassent légèrement le sommet des anthères au moment où ces dernières s'ouvrent pour émettre leur pollen. Pendant l'anthèse, cette différence s'exagère de plus en plus. De sorte qu'en l'absence des insectes visiteurs l'autopollination n'est dans la règle pas possible. Quand les insectes butinent la fleur, ce qui est normal, le dispositif avec pistil dépassant les étamines peut entraîner aussi bien la pollination croisée que l'autopollination.

### 3. Hugueninia tanacetifolia Reichb.

En Suisse, cette élégante Crucifère ne se trouve guère que dans la vallée du Grand St-Bernard ; on la rencontre plus près de Genève dans la chaîne du Mont-Blanc

[1] Koch, *Sinopsis fl. germ. et helv.* ed., 3 p. 53, et après lui divers auteurs, indique que les filets sont munis à la base d'une dent à leur face interne. Il n'existe rien de semblable dans le *V. utriculata.* Ces dents existent au contraire dans le genre voisin *Aubrietia.*

Digitized by Google

au-dessous du glacier du Tré la Tête. Dans ces stations, l'*Hugueninia* est visité par des insectes appartenant à toutes les catégories: mouches, guêpes, abeilles, papillons, etc., ce qui s'accorde bien avec les besoins d'une plante qui monte jusqu'à d'assez grandes altitudes (2000 mètres et plus).

Dans la fleur de l'*Hugueninia*, le calice et la corolle sont tous les deux jaunes. Le diamètre de la corolle étant d'environ 5$^{mm}$, les fleurs attirent moins le regard par les dimensions et le coloris de chacune d'elles, que par l'effet collectif produit au moyen des grappes rassemblées en massifs.

Les 4 sépales sont courts et complètement étalés (fig. 3 A); il n'y a aucune formation d'un tube. On ne constate pas davantage de fossette nectarifère, ni aucune des différenciations signalées dans les espèces précédentes. Cependant une légère différence dans la manière d'être des 4 sépales, qui échappe facilement au premier examen décèle encore une relation entre ceux-ci et les nectaires. En effet, les sépales sont creusés en gouttière ou même un peu en carène. Or, tandis que pendant l'anthèse, les sépales antéro-postérieurs sont étalés, défléchis, les sépales latéraux sont redressés contre les étamines courtes. Un examen soigné de celles-ci montre que leur base est pourvue à droite et à gauche de deux nectaires, sous la forme de très petits mamelons verdâtres. Nous avons pu nous convaincre que ces nectaires fonctionnent, pendant le matin au moins. Les sépales latéraux fonctionnent à la fois comme protecteurs et comme collecteurs du nectar.

Les étamines ont des filets raides et droits qui divergent à partir de la base du pistil; elles sont jaunes. Le pistil s'élève droit sous la forme d'une colonne verdâtre

Digitized by Google

rétrécie au sommet et brusquement terminée par une tête grisâtre couverte de papilles stigmatiques (fig. 3 B). Les anthères présentent une disposition qui était déjà un peu marquée dans l'espèce précédente, mais qui ici est très accusée : elles ne sont ni externes, ni internes, mais horizontales, à fente de déhiscence perpendiculaire à la direction des filets staminaux.

Autant que nous avons pu le remarquer, la maturité du pistil est synchronique avec celle des anthères, de sorte que l'autopollination peut avoir lieu. Ce qui semblerait indiquer que le vent ou de simples mouvements d'air peuvent contribuer à la pollination, c'est le fait que les pétales ne sont pas différenciés en onglet et en limbe, ne forment pas de tube, s'étalent circulairement autour des organes sexuels qui font fortement saillie à l'extérieur et sont rassemblés en riches inflorescences. Mais d'autre part, la sécrétion de nectar et l'émission d'une odeur de miel assez forte et agréable, ainsi que les visites dûment constatées d'insectes variés prouvent que ceux-ci jouent un rôle actif dans la pollination. D'après ce que nous venons de voir, c'est la pollination directe qui sera le résultat le plus fréquent de la visite des insectes butinateurs.

### 4. Iberis saxatilis L.

Quoique son aire de dispersion soit méditerranéenne, cette plante possède cependant quelques colonies isolées plus au nord qui nous renseignent sur son extension pendant la période xérothermique. C'est grâce à cette circonstance que les botanistes suisses ont l'occasion d'étudier l'*I. saxatilis* sur plusieurs points du Jura septentrional, où il fleurit sur les rochers au commencement

Digitized by Google

de mai. On peut facilement le cultiver sur des rocailles dans les jardins.

Les fleurs blanches groupées au sommet des tiges forment des touffes visibles de loin. Elles constituent des grappes corymbiformes qui s'allongent à la maturité. Les sépales sont dans toutes les fleurs de l'inflorescence étalés, un peu concaves, à concavité tournée vers l'intérieur, sans qu'il y ait différenciation d'une fossette nectarifère, ni formation d'un tube à aucun degré. La corolle est entièrement zygomorphe, à plan de symétrie antéro-postérieur : les deux pétales antérieurs sont très allongés, les deux postérieurs sont très courts. A cette particularité se joint celle d'un hétéromorphisme très prononcé des fleurs d'un même corymbe. Les fleurs du centre (fig. 4 C) ont des corolles petites et à zygomorphisme médiocre; à mesure que l'on se rapproche de la périphérie du corymbe les fleurs deviennent plus grandes et à zygomorphisme très prononcé. Les fleurs périphériques (fig. 4 B) sont deux fois plus grandes que celles du centre, et à pétales antérieurs deux ou trois fois plus grands que les postérieurs; le diamètre des corolles périphériques suivant l'axe de symétrie atteint 5 mm. Les pétales sont uniformément blancs et dépourvus de nectarosème ; ils sont différenciés en un court onglet verdâtre et en un grand limbe oblong ou obové. Dans les fleurs du centre, dont les pédicelles s'écartent peu de la direction de l'axe, tous les pétales sont recourbés au sommet de l'onglet pour placer les limbes dans une position horizontale. A mesure que les fleurs sont plus périphériques, la différence entre la courbure des pétales antérieurs et celle des pétales postérieurs s'accentue : les premiers sont plus courbés que les seconds. Enfin dans les fleurs du bord du corymbe les

Digitized by Google

pétales antérieurs sont étalés et plans, tandis que les postérieurs sont complètement recourbés en arrière. De cette manière, malgré l'écart presque perpendiculaire que les pédicelles font avec l'axe, le plan dans lequel les limbes sont placés est exactement situé sur le prolongement de celui des fleurs plus centrales. Le corymbe entier présente alors une surface régulièrement convexe sur laquelle les mouches, les guêpes, les abeilles et les papillons se meuvent sans peine, comme sur l'ombelle d'une Ombellifère.

Toutes les fleurs possèdent quatre nectaires qui apparaissent sous la forme de petits mamelons verts, à la base des petites étamines. Les organes génitaux dépassent un peu le canal très court formé par les onglets. Les anthères des étamines postérieures sont un peu plus petites que celles des étamines antérieures et latérales; ces dernières sont un peu écartées des autres entre les limbes des pétales. Au début, toutes les étamines sont jaunes, le style est verdâtre placé au-dessous des anthères, celles-ci nettement introrses. Mais au moment de l'émission du pollen, il n'y a pas de contact entre les étamines et le pistil d'une même fleur pour les deux raisons suivantes (fig. 4A). 1° Les deux étamines latérales sont écartées entre les limbes des pétales. 2° Les anthères des étamines antéro-postérieures se tournent vers l'extérieur de façon à placer leur profil et non leurs lignes de déhiscence du côté du pistil. Les fleurs ont donc besoin de l'aide des insectes (Hyménoptères, Diptères) pour être pollinées; le résultat de cette intervention donne pêle-mêle une pollination croisée et une autopollination : la réalisation de l'un ou de l'autre des deux modes dépend entièrement du hasard des mouvements de l'insecte.

Digitized by Google

Au moment de la pollination, les filets et le pistil prennent une couleur violette foncée, tandis que les anthères et la tête stigmatifère du pistil restent jaunâtres. La maturation du pistil et des anthères nous a paru être synchronique. La fécondation achevée, le style s'allonge et passe entre les anthères antéro-postérieures. Ce passage, nous l'avons examiné dans un grand nombre de fleurs, pour voir si la tête du pistil ne récolterait pas des grains de pollen attardés sur les anthères, mais avec un résultat complètement négatif. Nous ne croyons donc pas que l'allongement tardif du style joue aucun rôle dans la pollination. Les anthères sont facilement et rapidement caduques dans l'ordre suivant : d'abord les postérieures, puis les antérieures, enfin les latérales.

### 5. Aethionema saxatile Linn.

Nous avons rencontré l'*Aethionema* dans une série de localités du Jura méridional (Mont Vuache, Val de Fier, etc.), où il fleurit en mai et est visité par des mouches et de petits Coléoptères.

Les fleurs très petites attirent l'attention au moment de l'anthèse, par le fait qu'elles sont rassemblées en grappes terminales.

Les sépales sont ovés, verts, glabres, bordés de blanc au sommet; ils sont redressés contre les pétales, sans cependant former un tube.

Les sépales latéraux sont creusés à la base en une fossette nectarifère. Les pétales, rapprochés par paires à droite et à gauche du plan médian de la fleur, sans avoir d'onglets bien nets, sont cependant différenciés en deux parties distinctes (fig. 5 A). Les parties inférieures sont

Digitized by Google

erigées et blanches : leur réunion constitue une sorte de tube, assez court il est vrai (1, 2$^{mm}$) qui enveloppe les organes génitaux. La partie supérieure est étalée en limbe souvent un peu concave et pourvue d'un nectarosème. Ce nectarosème de forme assez constante, consiste en un dessin rose foncé sur rose clair. De la base du limbe partent deux lignes divergentes souvent bifurquées au sommet et qui n'atteignent pas les marges. Les bords sont ornés de deux lignes moins nettes.

Les quatre grandes étamines sont étroitement appliquées contre les pans des pétales (fig. 5 B); leurs anthères sont introrses; leurs filets sont soudés à la base. Les deux petites étamines, au contraire, dont on voit poindre les anthères entre les limbes des pétales, ont un filet très arqué, dont la partie courte passe latéralement entre les pans des pétales et vient surgir dans la concavité des sépales latéraux. A la base des filets de ces courtes étamines se trouvent deux nectaires, faiblement différenciés morphologiquement, mais fonctionnant très bien pendant toute la durée de l'anthèse.

Au début, le stigmate est situé au-dessous des étamines. Au fur et à mesure que les pétales blanchissent et que les nectarosèmes s'effacent, le style grandit et dépasse les étamines.

La pollination est souvent directe, non pas parce que le pollen touche les stigmates, car les anthères en sont écartées et en s'allongeant le stigmate ne se porte pas non plus contre elles, mais par le fait des insectes qui ne peuvent guère par leurs mouvements que mettre en contact le pollen d'une fleur avec son propre stigmate ; accidentellement la pollination pourra être aussi croisée.

Digitized by Google

## 6. Helianthemum polifolium DC.

La fleur de l'*H. polifolium* est une des plus curieuses, aux points de vue physiologique et biologique, que l'on puisse étudier dans les limites de notre flore. Elle présente en effet, d'une façon accentuée, deux phénomènes qui ont été remarqués depuis longtemps déjà par les biologistes : l'irritabilité des étamines et les mouvements de fermeture qu'exécute le calice, soit pendant l'anthèse sous l'action de la lumière, soit d'une façon définitive après l'anthèse.

L'irritabilité des étamines a été découverte chez une espèce voisine, l'*H. Chamaecistus* Mill. (*H. vulgare* Gærtn.) déjà en 1717 par Vaillant [1]. Depuis lors plusieurs observateurs anciens tels que Duhamel, Desfontaines, Medikus, Roeper et Meyen, ont fait de cette propriété l'objet de divers écrits dans lesquels l'ivraie est fortement mêlée au bon grain. On trouvera de bons résumés de ces anciennes observations dans les articles de Medikus [2] et de Meyen [3]. Il est assez curieux que, à partir de Meyen, on ait presque complètement abandonné l'étude de ce phénomène. Le seul point nouveau qui ait été acquis depuis lors, c'est que les mouvements exécutés par les étamines peuvent être produits en irritant n'importe quelle partie du filet : c'est du moins parmi les plantes de cette catégorie que

[1] Vaillant, *Sermo de structura florum, horum differentia usuque partium eos constituentium*, etc. Lugduni Batavorum, ann. 1718.

[2] Medikus, *Von der Neigung der Pflanzen sich zu begatten (Pflanzenphysiologische Abhandlungen*, t. I. Leipzig, 1803).

[3] Meyen, *Neues System der Pflanzenphysiologie*, t. III, p. 507-509 (ann. 1839).

Digitized by Google

M. Hansgirg classe les hélianthèmes [1]. Cette lacune nous a engagé à consigner ici les observations que nous avons faites sur l'*H. polifolium* [2]. Cette plante est abondante au mois de mai au Mont Vuache, sur le revers W., et au Val de Fier, où on peut l'étudier commodément; elle a du reste été transportée sur les rocailles du jardin botanique de Genève, de sorte que pendant plusieurs mois [3] nous l'avions journellement sous la main.

La corolle blanche et délicate (fig. 6 A), un peu froissée, est agitée par le moindre souffle de vent; les pétales sont colorées en jaune-citron à la base. Sensible aux changements de lumière, la fleur de l'*H. polifolium* se ferme au passage d'un nuage sur le soleil, si la durée du passage est un peu prolongée. Mais elle s'ouvre de nouveau graduellement si on maintient l'ombre pendant trop longtemps, au moyen d'un écran par exemple. Les pétales ne jouent pas de rôle dans ce mouvement, mais bien les sépales. Aussi, comme la corolle compte un plus grand nombre de pièces que le calice [4], celle-ci présente-t-elle des limbes pliés, à convexités tournées vers le centre de la fleur.

[1] Hansgirg, *Physiologische und phytophykologische Untersuchungen*, p. 142. Prag 1893.

[2] M. Heckel (*Du mouvement végétal.* Paris 1875) ne donne aucun détail nouveau sur l'irritabilité des étamines dans le genre *Helianthemum*. Il mentionne bien les anciennes recherches de Vaillant (p. 141) mais ne cite même pas les travaux plus connus de Medikus, Meyen et Rœper.

[3] Dans nos cultures, la floraison se prolonge jusqu'à la fin de juin et commence déjà en avril.

[4] Vaucher (*Histoire physiologique des plantes d'Europe*, t. I, p. 302) a le premier indiqué que seuls les trois grands sépales participent à ces mouvements. H. Müller (*Alpenblumen*, p. 160) a montré que les pétales étaient inactifs dans la fermeture des fleurs d'*Helianthemum*.

Digitized by Google

Avant l'émission du pollen, les nombreuses étamines sont ramassées en un faisceau qui entoure étroitement le pistil. Celui-ci est constitué par un style vert assez long, arqué, terminé par un stigmate massif. Les anthères sont introrses et à la hauteur du stigmate. Les filets staminaux grêles et droits, sont insérés sur un torus un peu renflé chez lequel nous n'avons pu constater aucune sécrétion nectarienne.

Au moment de l'émission du pollen, les anthères changent presque toutes de position : elles deviennent mi-extrorses ou complètement extrorses. Le style s'est un peu allongé; le stigmate domine maintenant de 0,5-0,7$^{mm}$ le sommet des anthères qui l'entourent. En temps ordinaire, l'auto-pollination directe est donc exclue.

C'est ici le lieu de mentionner l'irritabilité des étamines. Cette irritabilité ne se manifeste pas chez les jeunes étamines encore incluses dans les boutons, mais elle devient évidente au moment où la corolle s'étale, et persiste pendant toute l'anthèse.

Bien plus, alors même que la corolle est tombée et que le calice s'est refermé sur les étamines à anthères plus ou moins desséchées, l'irritabilité peut encore être constatée. L'irritabilité est localisée sur les filets, mais elle est égale sur toute la surface de ceux-ci. Elle se manifeste non seulement au contact d'un corps solide, mais encore au contact d'un liquide. Cependant, dans le cas de gouttes de pluie qui déplacent les filets ou les écartent, il n'est pas facile de décider toujours si l'action de la goutte est purement mécanique ou si le filet par son irritabilité propre a contribué à l'exécution du mouvement. Duhamel et Medikus admettent que chez l'*H. Chamaecistus* (*vulgare*) l'action du vent peut déterminer des mouvements et même

Digitized by Google

qu'il suffit d'un courant d'air très faible pour obtenir ce résultat. Nos observations sur l'*H. polifolium* ne confirment pas entièrement ces dernières données. On peut faire agir un courant d'air sur les étamines, sans qu'elles exécutent de mouvement. On peut même les agiter modérément à condition que les pétales ne viennent pas heurter les étamines. Sous l'action du choc des pétales, il se produit alors un mouvement immédiat. Sans vouloir nier chez d'autres espèces l'existence d'une irritabilité vis-à-vis des courants d'air faibles, nous concluons que chez l'*H. polifolium* l'irritabilité n'existe que vis-à-vis des corps solides, des liquides et d'un courant d'air brusque et assez violent pour ébranler les filets.

Le mouvement exécuté par l'étamine consiste dans la translation de l'anthère de la position voisine de la verticale qu'elle occupe, jusque près des pétales dans une position voisine de l'horizontale. Parfois l'anthère est même mise en contact avec une limbe corollaire. Le rayon de l'arc décrit par l'anthère est occupé par le filet qui ne se courbe qu'à sa base; la valeur de cet arc varie suivant la position des étamines de 45° à 90° (fig. 6C). Le mouvement commence à se manifester environ une seconde après l'effleurement et dure, suivant les cas, de 1 à 5 secondes, rarement 10 secondes ou plus. La position acquise n'est pas définitive. Au bout d'environ 15 minutes, l'étamine exécute lentement le même mouvement en sens inverse et regagne dans l'espace de 30-90 minutes la position qu'elle occupait primitivement. Une même étamine peut être irritée et répondre par un mouvement à l'irritation plusieurs fois par jour.

Nous avons toutefois remarqué que, après deux à trois mouvements, l'irritabilité devient moins délicate et ne



Digitized by Google

se manifeste que par des oscillations anthériennes d'une amplitude beaucoup plus faible.

Ces données modifient considérablement les indications des auteurs sur les mouvements des étamines. Il est vrai que leurs observations ont été faites sur l'*H. Chamæcistus (vulgare)*, mais cette espèce, ainsi que nous l'ont montré des expériences comparatives, ne se comporte pas différemment de l'*H. polifolium* à cet égard.

Rœper assure qu'après avoir exécuté le mouvement d'écartement de l'axe, les étamines deviennent insensibles et conservent indéfiniment leur nouvelle position [1]. Medikus prétend au contraire qu'après s'être lentement écartées de la position verticale, les étamines y reviennent subitement et avec une telle force qu'elles compriment le stigmate et le pollinent [2].

C'est certainement Rœper qui est le plus exact des deux observateurs ; s'il avait gardé une fleur en observation pendant une demi-heure après l'avoir irritée, il aurait vu ses étamines se rapprocher lentement et graduellement de la position primitive. Jamais, dans aucun cas, nous n'avons été témoin du second mouvement rapide qu'indique Medikus.

Ce dernier auteur assure aussi que les mouvements sont visibles le matin seulement et font complètement défaut le soir. Ces indications horaires sont un peu vagues. Pour nous, les mouvements s'exécutent le soir comme le matin, à condition qu'il fasse encore plein jour et que la température et la turgescence soient suffisantes.

Les mouvements s'exécutent avec le plus d'amplitude

[1] Rœper, dans A.-P. de Candolle, *Physiologie végétale*, II, p. 72, éd. allemande, ann. 1835.

[2] Medikus, l. c.

Digitized by Google

et d'élégance par une température de 18-25° C. et par un temps sec. Une sécheresse trop prolongée et des pluies continues sont également défavorables à l'exécution des mouvements staminaux. Il n'est pas exact de dire avec Medikus et Meyen que l'irritabilité est maximale par un « temps frais [1]. »

Si l'on essaie de se faire une idée des causes du mouvement de l'étamine d'après les faits relatés ci-dessus on arrivera aux conclusions suivantes: La rapidité très grande du mouvement empêche complètement l'intervention de la croissance comme cause efficiente. Il y a évidemment un changement presque instantané dans les conditions d'équilibre de la turgescence qui donnent au filet sa position érigée. La seule explication plausible du mouvement consiste à admettre qu'il y a, dans la région qui devient concave, un raccourcissement dû à une sortie d'eau hors des cellules dans les méats intercellulaires. Cette sortie d'eau diminue la turgescence des cellules du côté concave, tandis que la tension positive du côté convexe entraîne la courbure du filet. Ce qui vient à l'appui de cette explication, c'est qu'au moment où l'on irrite le filet, on voit souvent l'anthère s'agiter brusquement, comme s'agiterait la cime d'un arbre dont on secoue la base.

[1] Meyen dit (l. c.) : « Bei der Kühlung sind diese Blüthen am reizbarsten. » Les termes vagues employés par ces auteurs ont grandement besoin de commentaire. L'exemple cité par Medikus du chaud mois de juin 1773, pendant lequel l'irritabilité fut suspendue pour reprendre le 30 de ce mois après une pluie violente fait comprendre qu'il s'agissait là, non pas d'une chaleur excessive, mais d'un manque d'eau. Au jardin botanique de Genève et au Vuache, même pendant les grandes chaleurs, l'irritabilité n'est jamais suspendue, pourvu que le sol ait été convenablement arrosé et que les fleurs ne perdent pas leur turgescence.

Digitized by Google

Cette secousse est évidemment en relation avec un brusque changement dans la turgescence du filet, au point où la courbure s'opère.

Si notre théorie est vraie, on comprend aisément pourquoi une sécheresse et une forte humidité prolongées nuisent à l'exécution des mouvements. Il est évident, en effet, que si les méats intercellulaires sont pleins d'eau, une sortie de liquide hors des cellules ne pourra s'effectuer qu'avec peine, et, en tout cas, sur une moins grande échelle que quand les méats sont dégagés et pleins d'air. Inversément, si la sécheresse a réduit la turgescence au point que les parois cellulaires deviennent flasques, il est clair que les mouvements ne pourront plus s'exécuter.

Quelques détails sur la structure histologique de l'étamine donneront du corps à notre théorie et permettront de se rendre compte de la façon dont s'opère la courbure.

Les loges anthériennes ont un épiderme à cellules vides et à parois pourvues d'épaississements spiralés, ce qui explique que cette couche ne puisse être le siège de l'irritabilité. Les filets, en revanche, sont pourvus d'un épiderme à cellules de section plus ou moins carrée, formant des rectangles allongés dans le sens de l'axe, et à parois externes un peu bombées extérieurement. Ces cellules sont pourvues d'une très mince cuticule; elles ne sont pas interrompues par des stomates; vers le sommet du filet, elles sont nettement saillantes sous la forme de papilles. La base des filets est entourée de quelques poils hyalins, ordinairement unicellulaires, coniques, à parois minces, à cuticule dépourvue de perles. La torsion des filets qui rend les anthères extrorses s'opère immédiatement au-dessous des anthères, où l'on voit les files des cellules

Digitized by Google

contournées. Sous l'épiderme se trouve une écorce à cellules parenchymateuses, de même forme que les cellules épidermiques, à parois longitudinales plus épaisses que les transversales. Ces cellules, dont le suc cellulaire, ainsi que celui des éléments épidermiques est coloré en jaune pâle, ont de gros noyaux très saillants et sont à peu près dépourvues de chloroplastes. L'écorce est parcourue par des méats aérifères longitudinaux dont on aperçoit facilement les contours noirs quand on examine les filets dans l'eau. L'épaisseur des parois cellulaires va en diminuant de la périphérie au centre, ainsi que cela doit être pour des cylindres rigides comme le sont les filets. Au centre du filet se trouve un faisceau libéro-ligneux très grêle, composé de 2-4 trachées spiralées, 1-2 tubes criblés et quelques cellules parenchymateuses tendres. Les cellules qui touchent au faisceau ne sont pas accompagnées de méats intercellulaires.

Ce qui distingue les étamines de l'*H. polifolium* de beaucoup d'autres étamines irritables, c'est que l'irritabilité n'est pas nécessairement localisée au point où se trouve le siège du mouvement, c'est-à-dire, dans le cas particulier, au point où la courbure s'opère. *Il peut donc y avoir transmission de l'irritation du point irrité jusqu'au lieu de la courbure.* Ce fait, affirmé avec raison par M. Hansgirg contrairement à Medikus et Meyen soulève naturellement le problème de savoir si cette transmission s'opère par un mode d'organisation déterminé. La question a été résolue par la découverte que nous avons faite de *communications* entre les cellules corticales *au moyen de fins filaments de protoplasme.* Ces filaments sont assez nombreux sur les parois transversales des cellules; sur les parois longitudinales, les communications

Digitized by Google

sont moins nettes et moins nombreuses (fig. 6 F). Pour mettre ces communications en évidence, il convient de fixer le contenu des cellules avec de l'alcool et de l'acide acétique, puis avec de l'alcool seul et de plus en plus concentré. On gonfle avec $SO_4H_2$ dilué et on colore ensuite avec du bleu d'aniline ou du brun de Bismarck. C'est ce dernier colorant qui nous a donné les résultats les plus nets.

Nous avons dit que le filet se courbait à sa base. D'une façon plus exacte, cette courbure a lieu un peu au-dessus de la base et sur une longueur d'environ 0,5 mm. Or, si on examine un filet après la courbure, on constatera régulièrement que les méats intercellulaires à la partie inférieure du filet sont remplis d'eau, tandis que vers le haut, ces mêmes méats contiennent de l'air.

Nous croyons donc pouvoir maintenir, en nous basant sur toutes ces observations, notre explication du début, à savoir *que la courbure des filets est due à une sortie d'eau sur le côté concave; l'eau passe dans les méats et la différence entre le turgescence des cellules du côté convexe et celle des cellules du côté concave devient immédiatement considérable.*

Mais que se passe-t-il dans les cellules au moment de la sortie de l'eau ? De deux choses l'une : ou bien l'utricule primordial devient subitement perméable à l'eau sous l'action de l'irritation ; ou bien il se contracte lui-même en forçant le suc cellulaire à diffuser au dehors. Laquelle de ces deux alternatives est-ce que l'*H. polifolium* réalise ? Enfin, quels sont les processus concomitants de ces divers phénomènes dans la membrane? Ce sont là des questions auxquelles il est difficile de répondre, et dont la solution sera toujours rendue compliquée par la petitesse des objets sur lesquels on expérimente.

Digitized by Google

Le protoplasme, si aisément irritable au contact des corps solides, est en tout cas singulièrement résistant à l'action des anesthésiques. Nous avons vu persister l'irritabilité des étamines à une température de 28-32°, en présence de vapeurs de chloroforme, pendant 2-3 heures de temps, à plusieurs reprises. Si on active l'émission des vapeurs, en faisant chauffer le chloroforme dans une éprouvette, on peut arriver à suspendre l'irritabilité au bout de 20-25 minutes. Nous avons obtenu des résultats plus rapides et plus nets avec des vapeurs d'éther. Si l'action a été suffisamment vive, la fleur se ferme complètement, mais elle ne se rouvre habituellement pas, et peu après les pétales tombent. Il y a du reste, au point de vue de la façon dont les fleurs se comportent en présence des anesthésiques, de très grandes différences individuelles.

Les anciens auteurs se sont déjà préoccupés du rôle biologique que pouvait éventuellement jouer l'irritabilité des étamines. Mais ce que disent Medikus et Meyen de cette question devait forcément être inexact, car ces auteurs se basent sur le fait (controuvé) que les étamines après s'être écartées du pistil, reviennent immédiatement avec force contre lui et appliquent leurs anthères contre le stigmate. L'irritabilité et les mouvements consécutifs ne seraient donc qu'un moyen ingénieux pour arriver à l'autopollination. Meyen va même jusqu'à penser que le double mouvement qui précède l'accolement des anthères et du stigmate sert surtout à secouer les anthères dont la déhiscence est ainsi achevée [1].

Une observation attentive de l'*H. polifolium*, prolongée journellement pendant deux mois a fini par jeter quelque

[1] Meyen, l. c. p. 509.

Digitized by Google

jour sur cette question délicate, tout en nous amenant à conclure qu'il n'y avait pas une relation très étroite entre irritabilité et la pollination.

Voici les résultats que nous avons obtenus. L'*H. polifolium* est visité par des bourdons (et des abeilles). Tous les Apides observés abordent la fleur de l'*H. polifolium* par les pétales et pénètrent de là directement dans l'androcée, dont ils butinent le pollen. Au fur et à mesure que l'insecte avance, il ramasse entre ses pattes les étamines par paquets. Celles-ci, violemment irritées, se recourbent rapidement vers l'extérieur en frottant leurs anthères extrorses contre l'abdomen et les flancs du visiteur qui est bientôt complètement saupoudré de pollen.

Le pollen dont sont saupoudrés les insectes peut aussi bien servir à polliner le stigmate de la fleur qui l'a produit que celui d'une autre fleur. Il convient toutefois de faire remarquer que ces deux possibilités se présentent avec une fréquence inégale suivant que le stigmate est placé au centre de la fleur (fig. 6 D), ou bien, cas très fréquent, que le style est courbé de façon à ce que le stigmate dépasse latéralement les anthères (fig. 6 E). Dans le premier cas, l'insecte en traversant l'androcée de part en part, et rencontrant le stigmate sur son passage, produit presque infailliblement l'autopollination. Dans le second cas, il arrive souvent que l'insecte saupoudré de pollen rencontre dès son arrivée sur une nouvelle fleur le stigmate saillant latéralement, et produit en se frottant contre lui la pollination croisée.

H. Müller a émis l'idée, à propos de l'*H. Chamæcistus* (*vulgare*)[1], que beaucoup d'insectes, effrayés par le brusque

[1] H. Müller, *Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten* etc. p. 161.

Digitized by Google

mouvement des étamines dans la première fleur qu'ils visitent, n'attaquent les fleurs suivantes que par le centre, ce qui, lorsque le stigmate est central[1], entraîne la pollination croisée. Nous avouons être très sceptique à l'égard de cette frayeur supposée. Les bourdons nous ont toujours paru fort peu se préoccuper des mouvements des étamines et, comme nous l'avons dit, attaquent presque exclusivement les fleurs par le flanc.

Immédiatement après l'anthèse, les pédicelles se courbent vers la terre, les sépales se referment complètement et enserrent dans un étroit espace les restes des pétales, les étamines et le pistil (fig. 6 B). On sait que dans certaines espèces, ce mouvement des sépales produit à coup sûr une pollination directe, les anthères étant pressées avec une telle force contre le stigmate, qu'elles y restent collées[2]. Ici, il n'y a rien de semblable. Les étamines sont plus courtes que le style et les anthères ne sont habituellement pas mises en contact direct avec lui. En second lieu les loges anthériennes sont complètement vides et ne peuvent plus polliner. Le mouvement carpotropique des pédicelles et la fermeture du calice sont donc de simples dispositifs protecteurs des graines sans importance pour la pollination.

L'histoire si curieuse de l'*H. polifolium* ne s'arrête pas là. Nous avons encore à signaler chez cette espèce le phénomène toujours rare de l'*andromonœcie*. Au milieu d'un

[1] H. Müller n'a constaté dans l'*H. vulgare (H. Chamaecistus)* que des styles à stigmate placé au centre de la fleur. Les fleurs à stigmates latéraux ne paraissent pas encore avoir été observés dans le genre *Helianthemum*.

[2] Ascherson, *Ueber die Bestäubung einiger Helianthemum-Arten*. (*Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin*, 1880, p. 99-108.)

Digitized by Google

grand nombre de fleurs ☿, on voit ça et là, mélangées du reste avec les autres, des fleurs ♂ par réduction totale du gynécée (fig. 6 G). Ces fleurs sont plus petites que les fleurs ☿ ; le diamètre de la corolle étalée est de 1,5 cm. Au centre, on trouve une androcée oligandrique, soit environ 10–15 étamines, au lieu de 30-35 comme dans les fleurs ☿. Il n'y a pas trace de pistil, où bien celui-ci est réduit à un petit mamelon méconnaissable. Sur 50-80 fleurs ☿, nous en avons en général trouvé 1 ♂. Les étamines des fleurs ♂ jouissent des mêmes propriétés que celles des fleurs ☿.

Au surplus, les fleurs ☿ présentent dans leur androcée des variations notables. Certaines fleurs sont oligandriques comme les ♂, mais à gynécée développé et produisant abondamment des graines. Nous avons en moyenne trouvé 1 fleur ☿ oligandrique sur 60-70 fleurs ☿ polyandriques. Il va sans dire que ces indications n'ont de valeur que pour la région étudiée et qu'elles pourront être modifiées dans d'autres régions de l'Europe [1].

### 7. Helianthemum canum Dun.

Ce petit Hélianthème à fleurs jaunes forme sur les crêtes du Mont-Salève des grosses touffes qui sont activement visitées par les bourdons (et les abeilles) qui en butinent le pollen ; la fleur ne produit pas de nectar.

Les sépales sont couverts de poils ascendants-étalés nombreux qui compliquent l'accès de la corolle pour les insectes dépourvus d'ailes. Le calice est très sensible aux

[1] Il est probable que ces proportions varient d'un endroit à l'autre; elles sont peut-être aussi soumises à des variations d'une année à l'autre dans un même lieu.

Digitized by Google

oscillations de la température et aux variations dans l'intensité de la lumière. Dès qu'un nuage recouvre le soleil les sépales se redressent et ferment la corolle en pliant les pétales comme chez l'*H. polifolium*.

La corolle d'un jaune vif (fig. 7 A) n'a qu'un diamètre de 1,2-1,3 cm. Les pétales sont obovés, plus fermes que dans l'espèce précédente et sont rabattus vers le bas quand la fleur est entièrement épanouie ; ils ne se recouvrent pas, comme dans l'espèce précédente, mais laissent entre eux un vide qui peut atteindre 1,5 mm. de largeur. Ce sont les pétales qui servent de point d'arrivée aux insectes

Les étamines (fig. 7 B et C) forment un gros faisceau érigé au centre de la fleur ; ce faisceau est bombé par le fait que les étamines extérieures sont plus courtes que les intérieures. Les filets sont jaunes, rigides et totalement dépourvus de l'irritabilité qui caractérise l'espèce précédente. Les anthères sont relativement grosses et extrorses. Les étamines reposent sur une partie légèrement élargie de l'axe qui porte de petits poils.

Le gynécée (fig. 7 B et C) est constitué par un ovaire renflé, auquel succède, après un rétrécissement, un style, puis un pistil massif divisé en une quantités de lanières stigmatifères. Le style est très mince par rapport au stigmate et à l'ovaire, il est complètement replié sur lui-même pendant l'anthèse. Le stigmate barbu est placé environ 0,5-1 mm. en dessous du niveau des étamines.

Malgré ce dispositif la pollination n'est presque jamais directe et spontanée, pour les raisons suivantes. La fleur est *protérogyne*. Au moment où les anthères sont encore introrses, les lanières stigmatifères sont déjà étalées et prêtes à recevoir le pollen. Plus tard, quand les anthères

Digitized by Google

s'ouvrent, elles sont extrorses et, de plus, les filets qui étaient rassemblés au-dessus du pistil s'en écartent graduellement, de sorte que le pollen ne peut spontanément tomber sur le stigmate. La fleur de l'*Helianthemum* a donc besoin pour sa pollination d'être visitée par les insectes.

Grâce à la protérogynie marquée, cette pollination est souvent croisée. Cependant à la fin de l'anthèse, l'autopollination par l'intermédiaire des Apides peut avoir lieu.

Les pédicelles, qui sont dirigés vers le bas avant l'anthèse, se relèvent dans une position verticale pendant la floraison; dans la postfloraison, les pédicelles se recourbent vers l'axe mère. Comme dans l'espèce précédente, les sépales en se fermant enferment les étamines et les pressent même contre le pistil, mais à ce moment les anthères sont presque complètement vides de pollen; la pollination a eu lieu depuis longtemps et l'ovaire déjà grossi contient des jeunes embryons. On ne saurait par conséquent, pas plus pour cette espèce que pour la précédente, admettre qu'il y ait là un phénomène de *pseudo-cleistogamie*.

### 8. Lychnis flos-Jovis Linn.[1]

Les belles fleurs roses de cette Silénée sont douées d'une pollination croisée par l'intermédiaire des Lépidoptères, et à moindre degré des Apides, du moins en Valais et en Savoie (vallée du Reposoir). Le diamètre de la

[1] Cette espèce a déjà fait l'objet d'une note de Herm. Müller (*Alpenblumen*, p. 199). Mais comme nous avons pu observer souvent sur place cette curieuse espèce et que nos cultures nous ont permis de poursuivre longtemps nos observations biologiques, nous n'hésitons pas à en redonner une description qui complète celle de H. Müller sur plusieurs points.

Digitized by Google

corolle atteint de 2 à 3,5 cm. Les fleurs sont groupées en cimes condensée visibles de fort loin.

Le calice tubuleux, à nervures saillantes et comprimées, est recouvert, ainsi que le reste de la plante, de longs poils produisant un tomentum lâche et enchevêtré qui complique beaucoup la marche des fourmis et autres petits insectes déprédateurs. La résistance du calice est telle que l'on ne voit jamais le tube perforé et que l'accès du nectar par l'entrée du tube corollaire est rendu absolument obligatoire. Les pétales sont nettement différenciés en deux parties. D'abord un limbe étalé, obové, profondément échancré au sommet, d'un rose carmin en dessus, d'un rose très pâle ou presque blanc en dessous; ce limbe est étalé horizontalement. Au limbe succède un onglet, large de 2 mm. au sommet seulement, verdâtre, et perpendiculaire au plan dans lequel est situé le limbe. Les onglets sont insérés sur une colonne internodiale haute de 2-3 mm. ; leur hauteur est d'environ 10 mm. Mais comme le nectar, qui est sécrété par la base interne des filets, coule entre ces derniers et les onglets pour venir s'accumuler au fond du tube calicinal, il faut à un insecte une longueur de trompe totale de environ 15 mm. pour pouvoir butiner le nectar. Ce fait explique pourquoi la pollination est en majeure partie opérée par les Lépidoptères.

Les onglets sont un peu élargis au sommet et se recouvrent les uns les autres, de façon à constituer un tube dont les parois sont travaillées à jour et dont l'orifice est large de 1,5-2 mm. L'entrée de l'orifice corollaire est défendu par la coronule, dont les lobes acuminés et parfois dentés latéralement sont au nombre de deux par pétale. La pointe des lobes est tournée en dehors. La

Digitized by Google

fonction biologique de la coronule est évidemment protectrice : elle entrave à la fois la marche des petits insectes déprédateurs et l'écoulement dans l'orifice corollaire des gouttes de pluie qui s'accumulent à la base du limbe. Nous avons remarqué qu'en temps de pluie, les gouttes qui tombent sur l'orifice corollaire même, ne pénètrent pas à l'intérieur, retenues qu'elles sont tant par adhésion sur les parois de l'orifice que par l'air contenu à l'intérieur de celui-ci.

Quant aux organes sexuels, ils consistent en 10 étamines à anthères introrses et en un ovaire en forme de cône tronqué portant 5 styles. L'évolution très longue (3-6 jours) que subissent ces organes pour arriver à maturité peut être résumée dans la description de 3 stades principaux.

1° Stade préparatoire. Au moment où la corolle a étalé horizontalement ses limbes, les organes sexuels ne sont pas encore assez développés pour participer à la reproduction. Les styles terminés au sommet par une pointe aiguë et à peine papilleuse, sont incapables de faire germer le pollen, ils ont inclus dans le tube des onglets. Les étamines de longueur inégale sont placées sur deux cercles dont l'un dépasse les styles, tandis que l'autre n'atteint guère avec ses anthères que la moitié de la hauteur des styles. Les anthères ont des loges vertes et complètement fermées (fig. 8 A et D).

2° Stade mâle. Les étamines s'allongent rapidement ; elles font saillie hors de l'orifice ; puis enfin elles se couchent sur le limbe des pétales. Ce processus s'opère d'abord pour les 5 étamines internes ; puis pour les 5 externes. Dès que les filets sont assez longs pour que les anthères aient dépassé l'orifice corollaire, les anthères

Digitized by Google

s'ouvrent et laissent échapper en grande quantité du pollen pulvérulent et blanchâtre dont aucune partie ne peut d'ailleurs tomber sur les styles. Du reste, à ce moment là, les styles n'ont pas encore de surface stigmatifère développée et ne présentent que peu de différence d'avec le stade précédent (fig. 8 B et E).

3e Stade femelle. Quand les anthères ont émis leur pollen, elles se flétrissent et tombent, tandis que les filets, étalés sur le limbe des pétales, persistent. C'est à ce moment que les styles commencent à se transformer ; ils grossissent et deviennent un peu renflés à leur extrémité. En même temps, ils subissent un allongement considérable qui les fait saillir en dehors de l'orifice corollaire. Le stigmate est «volubile» et fait sur lui-même 1 ou 2 tours, dont la direction est indéterminée. Enfin il se développe une surface stigmatique spéciale consistant en poils 1-2 cellulaires, hyalins, à parois très tendres, cylindriques, renflés en massue à l'extrémité et secrétant de petites gouttes d'un liquide incolore. Ces poils stigmatiques sont placés sur une ligne dorsale prenant naissance à quelque distance au-dessous du sommet, mais vers l'extrémité cette ligne s'élargit et finalement l'extrémité est complètement revêtue de ces poils (fig. 8 C et F).

La protérandrie excessivement accusée que nous venons d'étudier exclut totalement l'autopollination. Les papillons abordent la fleur du *L. flos Jovis* par les pétales et frottent les régions ventrales de leur corps contre les anthères ouvertes et tournées vers le haut lorsqu'il s'agit du stade ♂, ou bien ils pollinent les singuliers stigmates «volubiles» velus lorsqu'il s'agit du stade ♀.

On peut considérer le *L. flos Jovis* par le coloris de ses fleurs, par son abondante sécrétion de nectar, par la

Digitized by Google

façon dont ce nectar est protégé, enfin par la structure de sa corolle et l'évolution de ses organes sexuels, comme une des plantes allogamiques les plus remarquables de nos Alpes.

### 9. Geranium rivulare Vill.

(*G. aconitifolium* L'Hérit.)

Ce *Geranium* est assez abondant dans les bois de mélèzes du Valais, où il atteint une altitude assez élevée, ainsi sur les flancs du Mont Catogne et dans les bois en montant de Zermatt au Lac noir où nous l'avons observé jusqu'à 2000 mètres d'altitude. Même dans ces localités élevées les fleurs sont visitées par les insectes les plus variés: Diptères, Hyménoptères et papillons.

La corolle n'attire pas le regard de très loin (fig. 9A); les pétales obovés sont d'un blanc pâle et parcourus par 5 veines roses; les veines qui flanquent la nervure médiane à droite et à gauche sont bifurquées: ces pétales servent de point d'appui aux insectes butinateurs. L'androcée forme deux cercles de 5 étamines, dont l'extérieur est plus court que les styles tandis que le cercle intérieur atteint ou dépasse un peu la hauteur des stigmates. Les filets réunis forment à la base une masse renflée sous laquelle sont placés les nectaires; ceux-ci, au nombre de 5, forment de petits mamelons verdâtres alternant avec les 5 étamines extérieures. Les nectaires sécrètent pendant presque toute l'anthèse du nectar, dont les gouttelettes se voient à la base des pétales. Ce nectar est protégé contre les petits insectes déprédateurs, de deux manières. D'abord au moyen des longs poils étalés qui hérissent la face ex-

Digitized by Google

terne des sépales, tandis que la face interne est tout à fait lisse, et qui entravent fortement la marche des petites fourmis (p. ex. *Formica pratensis*). En second lieu au moyen des poils étalés qui ornent la partie inférieure des filets staminaux et qui fonctionnent comme nectarostège.

L'appareil sexuel est protérandrique. Au début les anthères sont introrses, elles sont jaunes avec une ligne de déhiscence violette ; au moment où elles s'ouvrent, les 5 stigmates sont encore appuyés les uns contre les autres (fig. 9 C). Pendant l'émission du pollen les étamines se tournent graduellement vers l'extérieur et deviennent complètement extrorses. Une fois la maturation complète, les anthères se froissent un peu et deviennent violettes. Ce n'est qu'alors que l'on voit les stigmates s'écarter graduellement les uns des autres, et enfin s'étaler complètement en passant entre les anthères flétries (fig. 9 B). Les stigmates ont la forme de languettes cylindriques, blanches, recourbées à l'extrémité, et couvertes sur leur face interne — donc sur la face cachée au moment de l'émission du pollen — de papilles humides.

La pollination croisée est donc assurée dans la règle, tant par les visites fréquentes des insectes que par la protérandrie et les mouvements qu'exécutent les organes sexuels. Toutefois, il arrive parfois que les anthères portent encore des grains de pollen au moment où les languettes stigmatiques passent entre elles, et nous avons constaté à plusieurs reprises que les stigmates ramassent au passage quelques-uns de ces grains épars. L'autopollination peut par conséquent avoir lieu à la fin de l'anthèse dans le cas exceptionnel où les visites d'insectes auraient fait défaut.



Digitized by Google

### 10. Cytisus decumbens Spach.

(*Genista Halleri* Reyn.)[1].

Les fleurs du *C. decumbens* sont disposées en longues grappes feuillées et couchées qui jonchent le sol sur une série de points du Jura, par exemple au Marchairuz .Les pédicelles pourvus de deux très petites bractéoles sétacées et caduques sont placés deux par deux à l'aisselle des feuilles. L'organisation des rameaux florifères est dorsi-ventrale, c'est-à-dire que les pédicelles, les feuilles et les jeunes pousses sont dirigés vers le haut, soit vers la lumière. De plus, la plupart des pédicelles sont tordus de façon à ce que l'étendard soit tourné non du côté du sommet, mais dans la direction de la base organique du rameau. Le calice campanulé est profondément bilabié; la lèvre supérieure est entière ou à peine denticulée au sommet, tandis que l'inférieure est brièvement tridentée; le tube n'est que très faiblement poilu et n'oppose pas de résistance aux petits insectes et aux petits mollusques déprédateurs. Aussi avons-nous fréquemment constaté que l'étendard, les ailes et les étamines étaient mangées par les limaces.

L'étendard (fig. 10 B), différencié en un limbe largement obové, érigé, à bords un peu reployés en dedans, émarginé au sommet, et d'un beau jaune. Au voisinage du point où le limbe se rétrécit brusquement pour faire

[1] Voy. sur la position systématique de cette espèce: Briquet, *Etudes sur les Cytises des Alpes maritimes*, p. 159 et 160 (dans Burnat, *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes*.)

Digitized by Google

place à l'onglet, ce jaune devient doré et on remarque d'une façon plus nette les stries des nervures qui s'étalent en éventail. Il n'y a pas là de différenciation nette comparable aux nectarosèmes et aux pollinosèmes de tant d'autres Papilionacées. L'onglet est verdâtre, robuste et très court par rapport au limbe; il est complètement caché par la lèvre supérieure du calice contre laquelle il s'appuie.

L'appareil labial (fig. 10 C) est aussi long que l'étendard; il prolonge la direction du tube calicinal. Les onglets des ailes et de la carène sont grêles et plus longs que ceux de l'étendard; ceux de la carène sont appuyés contre le labiole calicinal sur toute leur longueur, tandis que ceux des ailes dépassent un peu les marges du labiole. Les limbes des ailes sont concaves extérieurement; ils enveloppent complètement la carène en dessus, mais non point en dessous. Comme les ailes sont un peu plus longues que la carène, leurs extrémités se croisent même au-dessus de cette dernière. Les marges des ailes sont pourvues à leur base d'une petite pleuridie surmontée d'une invagination. La carène, à marges tronquées et pleuridiées à la base, est pourvue latéralement à sa partie inférieure de deux évaginations en forme de saillies sur lesquelles sont appuyées les invaginations des ailes ci-dessus mentionnées. La forme générale de la carène est celle d'un canot; son extrémité est tronquée-obtuse et se termine en cul-de-sac, grâce à la soudure des marges.

Les organes sexuels sont entièrement cachés dans la carène. Les étamines forment une longue monadelphie, portant au sommet cinq anthères allongées à courts filets, et cinq anthères ovoïdes à longs filets. Au moment de l'émission du pollen qui a lieu en deux fois — d'abord

Digitized by Google

pour les étamines inférieures, ensuite pour les étamines supérieures — les loges sont tournées du côté des marges libres de la carène. Le style entouré par la gaine adelphique est plus long que les longues étamines; il est placé au-dessous des étamines, mais sa pointe arquée à stigmate oblique dépasse les anthères.

Le *Cytisus decumbens* ne sécrète pas de nectar ; sa fleur est visitée par les bourdons qui y butinent du pollen. La mise en mouvement de l'appareil labial exige un fort travail musculaire. L'étendard, dont le solide onglet est appuyé contre le labre calicinal, présente à la partie inférieure de son limbe un point d'appui au bourdon. Celui-ci, à cheval sur les ailes qu'il essaie d'écarter, pousse fortement sur elles, avec ses pattes, ensuite de quoi les organes sexuels qui ne cèdent point à la pression du bourdon sortent violemment de la carène en en déchirant l'extrémité (fig. 10 A). Le pollen pulvérulent est projeté contre l'abdomen du bourdon. Nous avons observé qu'en temps de pluie, il se forme comme dans l'espèce suivante une boulette de pollen qui est plus difficilement projetée au dehors.

Par le beau temps, la pollination est sans doute souvent croisée par l'intermédiaire des bourdons, attendu que le stigmate n'est point en contact avec les anthères et que, au moment de l'explosion, le sommet du style touche l'abdomen de l'insecte avant les anthères. Par la pluie, c'est différent; la boulette de pollen se dégage sous l'action de l'eau et nous avons vu, après une forte averse, une série de fleurs non encore visitées par les insectes qui présentaient un style complètement jaune de grains de pollen collés à sa surface sous l'action de l'humidité.

L'appareil explosif du *C. decumbens* ne peut fonction-

Digitized by Google

ner qu'une fois de la façon normale que nous venons de décrire.

### 11. Anthyllis montana L.

L'*A. montana* est un des ornements du mont Salève au mois de mai, où on le voit très recherché des bourdons et surtout de l'*Apis millifica*. On peut aussi fréquemment observer des papillons suçant du nectar sur les capitules d'un beau rose de cette plante.

Le calice tubuleux est pourvu de longs poils blanchâtres, comme du reste l'appareil végétatif; il est un peu contracté au-dessous de la gorge. Les dents longuement sétacées et ciliées, disposées en deux lèvres selon le type 2/3, entourent la corolle et en rendent l'accès difficile aux petits insectes déprédateurs.

La coloration d'ensemble caractéristique que présentent les capitules est due essentiellement aux étendards. L'étendard est en effet bien plus long que les ailes et la carène (fig. 11 A); il les dépasse de plus de 5 mm. Comme il est peu érigé et semble, grâce à la forme du calice placé directement sur le prolongement du tube, l'étendard joue un rôle protecteur contre la pluie dans les parties situées à la périphérie du capitule et qui font un angle avec la verticale. Tandis qu'après une averse, les fleurs perpendiculaires du centre du capitule sont pleines d'eau, celles de la périphérie fortement inclinées n'en contiennent que peu ou point.

Vu de l'intérieur, le limbe de l'étendard est concave, de forme oblongue et coloré en rose vif; sur ce fond apparaissent des nervures divergentes d'un rose foncé; la base du limbe est blanche, puis verdâtre, à nervures à

Digitized by Google

peine apparentes; le champ rose pénètre dans le champ blanc sous la forme d'un triangle très aigu de coloration foncée. Ce triangle est placé exactement au dehors de la carène, au point sur lequel — comme nous allons le voir — le bourdon ou l'abeille doit appuyer pour faire sortir le pollen de la carène. L'*A. montana* possède donc un *nectarosème* très caractérisé. Après s'être un peu rétréci à la partie inférieure, l'étendard s'élargit de nouveau pour former deux pleuridies arrondies, au moyen desquelles il embrasse les ailes. Au-dessous de ces pleuridies, l'étendard se rétrécit subitement en un étroit onglet d'un blanc verdâtre.

Le limbe rose des ailes est très étroit et concave (fig. 11B); il est pourvu à sa base d'une marge un peu pleuridiée, verte, qui embrasse étroitement la carène, de telle sorte que cette dernière et les ailes sont réunies très solidement en un seul appareil. On éprouve quelque peine à séparer cet appareil dans ses parties constituantes; ce détail est très important pour en comprendre le fonctionnement. Les onglets des ailes et de la carène sont étroits, délicats et hialins, beaucoup moins résistants et moins robustes que l'onglet de l'étendard. La carène en forme de canot est obtuse. A la base du limbe, qui est d'un blanc verdâtre, les marges sont recourbées en dedans, et comme c'est à ces marges que les ailes sont accrochées, on comprend que la résistance opposée par ces dernières, lorsqu'on essaie de les détacher, soit très considérable.

A l'intérieur de la carène se trouvent les organes sexuels (fig. 11C). Ceux-ci forment une diadelphie, mais la dixième étamine est agglutinée jusque très haut avec les neuf autres, de sorte qu'au premier abord il semble n'y avoir qu'une monadelphie. Tout à fait à la base, on aper-

Digitized by Google

çoit deux orifices nectariens [1], donnant accès au corridor periovarien qui est constamment rempli d'un nectar sucré et très abondant. Le pollen pulvérulent ne s'accumule dans la partie antérieure de la carène au-dessus des étamines qu'en temps de pluie, il forme alors une masse blanche qui entoure le style verdâtre. Le stigmate capitellé dépasse très légèrement la masse de pollen ; parfois il est complètement entouré par elle; il est sec et le pollen n'adhère point spontanément à lui.

D'après les détails qui précèdent, on voit que la fleur de l'*A. montana* appartient au type des Papilionacées pourvues d'un appareil à bascule [2]. L'insecte s'accroche avec ses pattes antérieures à la base des limbes des ailes, puis il appuie fortement le vertex de sa tête contre le nectarosème de l'étendard. L'étendard pourvu d'un onglet robuste, résiste à la pression, tandis que les ailes à onglets délicats cèdent sous le poids qui les oppresse ; elles entraînent avec elles la carène, mais non pas le massif des organes sexuels ; ceux-ci tendent à sortir de la carène en poussant devant eux le paquet de pollen qui vient saupoudrer l'abdomen de l'insecte qui butine.

La question de savoir si les Apides produisent une pollination croisée ou directe est difficile à résoudre d'une façon absolue. Dans la majorité des cas, le stigmate, dépassant un peu les anthères, arrive avant elles en contact avec l'abdomen de l'insecte. Mais cette particularité ne saurait suffire à faire admettre que la pollination est tou-

[1] Voy. sur ces orifices les descriptions de H. Müller (*Die Befruchtung der Blumen durch Insekten*, p. 220 et suiv.)

[2] Cfr. Delpino (*Ulteriori osservazioni*, P. I p. 39 et suiv. et Taubert dans Engler und Prantl, *Die naturlichen Pflanzenfamilien*, III Teil, Abteilung 3, p. 88 et suiv:)

Digitized by Google

jours croisée; dans beaucoup de cas le stigmate semble pouvoir être polliné par le pollen des étamines qui l'entourent. Nous devons ajouter que l'autopollination sans visite d'insectes nous paraît très peu probable. Ainsi que Delpino et H. Müller l'ont observé chez plusieurs autres Papilionacées [1], le stigmate est complètement sec quand il est à l'état de repos dans la carène. Cet organe ne devient humide et ne retient le pollen que lorsqu'il est frotté d'une façon mécanique, ainsi que cela a lieu lors de la visite des Apides.

Les capitules de l'*Anthyllis montana* dégagent pendant l'anthèse une odeur de miel très vive et très agréable qui s'ajoute, au point de vue de l'attrait des Apides, à la coloration des fleurs.

Ainsi que l'a déjà indiqué Vaucher [2], les calices tombent avec le fruit qu'ils enveloppent d'une membrane blanche et ne disparaissent que très tard.

### 12. Ononis rotundifolia Linn.

Les magnifiques fleurs roses de cette Papilionacée attirent de loin une foule d'insectes, particulièrement des Lépidoptères et des Apides par l'intermédiaire desquels la pollination a lieu très régulièrement. Nous avons observé à plusieurs reprises l'*O. rotundifolia* sur les rochers du mont Salève (sentier des Bûcherons et base de la Grande Gorge) et c'est dans cette localité que nous avons établi la description qui suit.

Les feuilles largement trifoliolées, les axes et les calices

[1] Voy. Delpino, l. c. et H. Müller, loc. cit. p. 232.

[2] Vaucher, *Histoire physiologique des plantes d'Europe*. t. II, p. 87.

Digitized by Google

sont complètement couverts de grosses glandes stipitées, dont les têtes sécrètent constamment un liquide visqueux. Ce liquide visqueux entrave considérablement ou complètement la marche des fourmis déprédatrices; les petits diptères restent souvent collés à ces glandes et meurent sur place.

Les fleurs sont ordinairement rapprochées par groupes de trois au sommet de rameaux axillaires nus. Le calice brièvement pédicellé est différencié en un court tube campanulé pourpré à la base et cinq longues dents vertes et subulées. C'est le tube calicinal qui maintient en position les onglets des pièces corollaires, car dès qu'on l'a enlevé, l'étendard et l'appareil labial se séparent au moindre choc l'un de l'autre.

L'étendard est érigé (fig. 12C), de forme obovée, apiculé au sommet et présentant un sillon longitudinal. A droite et à gauche de ce sillon, le limbe est élégamment reployé en arrière. A la base, l'étendard est largement arrondi en un court onglet, large, résistant, concave, à concavité tournée vers le centre de la fleur, et blanc. La surface du limbe est de $1,7 \times 1,5^{cm}$, l'onglet n'atteint que $2,5^{mm}$ de longueur. La couleur du limbe est d'un beau rose. Il existe un *nectarosème* présentant un dessin intéressant. Notons d'abord que la couleur blanche de l'onglet se prolonge sur toute la partie du limbe qui est recouverte par l'appareil labial. Il faut ensuite signaler le fait que la nervure médiane et les deux ou trois nervures latérales du voisinage sont colorées en rose très vif, tandis que toutes les autres nervures sont colorées en rose plus pâle. Le point même sur lequel les insectes appuient le vertex de leur tête est très vivement coloré en rose.

Les ailes enveloppent complètement la carène (fig. 12E),

Digitized by Google

qui les dépasse en dessous seulement. Le limbe est elliptique et en forme de cuiller, il mesure $1,3 \times 0,7^{cm}$ de surface. Il porte à la base et en haut une petite apophyse arrondie. Les ailes sont rosées en dehors et blanches intérieurement. L'onglet est très grêle et long de $2,5^{mm}$. La réunion des ailes avec la carène a lieu dans l'*O. rotundifolia* non point au moyen d'une simple invagination comme dans les autres Papilionacées étudiées dans ce travail, mais au moyen d'une apophyse pleine, allongée, conique, très solide, dont la direction est presque parallèle au plan du limbe qui la porte, et qui est exactement et complètement enfoncée dans une invagination de la carène.

La carène possède, comme les ailes, des onglets grêles et très courts (fig. 12D); elle a la forme d'une nacelle longuement rostrée. Le rostre est tubuleux, long de $4\text{-}5^{mm}$ et ouvert seulement au sommet. L'orifice apical du rostre est circulaire; son diamètre est de $0,1\text{-}0,2^{mm}$. Au contraire, la partie naviculée de la carène est élargie et largement ouverte à la partie supérieure, de façon à laisser voir à l'intérieur la base de la diadelphie. Toute la partie antérieure de la carène est colorée en rose, particulièrement le sommet du rostre qui est d'un rose très vif.

Les organes sexuels sont complètement cachés dans la carène (fig. 12F). Les étamines forment une diadelphie, dont les anthères sont placées sur deux rangs; les supérieures sont plus ovoïdes, les inférieures plus étroites. La dixième étamine possède un filet un peu élargi à la base et enfoncé contre la carpelle. Il en résulte que le corridor nectarifère est mis en communication avec l'extérieur non plus par deux trous, comme c'est le cas dans l'espèce précédente par exemple, mais par deux fentes. La partie

Digitized by Google

libre des filets fait un angle d'environ 40° avec le tube adelphique.

Le carpelle est couvert de poils et de glandes stipitées dans sa partie ovarienne. Il se prolonge en un style filiforme, brièvement capité et couvert de papilles stigmatiques au sommet. Le style dépasse les anthères. Les papilles stigmatiques ne deviennent humides et pollinables qu'après frottement pendant la plus grande partie de l'anthèse. Les fleurs âgées nous ont présenté des styles à papilles sécrétant un liquide un peu visqueux, mais ces styles avaient déjà été pollinés.

D'après la description précédente, les fleurs de l'*O. rotundifolia* présentent une organisation du type dit « à pompe refoulante » [1] qui fonctionne avec une précision merveilleuse. Les ailes enveloppant la carène en dessus, ce sont elles qui servent de marche-pied à l'insecte pollinateur (fig. 12A). Sous le poids de l'insecte, les ailes descendent de façon à faire saillir le rostre de la carène. A ce moment, les limbes des ailes sont dans un plan presque horizontal, ils entraînent la carène (fig. 12B). Les étamines, au contraire, résistent et les anthères sont refoulées dans le rostre qui est rempli de pollen. Comprimée par en bas, la masse pollinique cherche une issue par en haut et sort graduellement de l'orifice du rostre sous la forme de petites saucisses ou de bandes vermiformes. La pompe refoulante constituée par l'appareil labial et les étamines peut fonctionner un très grand nombre de fois. Si la pression est un peu forte, le sommet du style sort aussi légèrement de l'orifice du rostre et se frotte contre l'abdomen de l'insecte.

[1] Cf. Delpino, l. c. et Taubert, l. c.

Digitized by Google

Quand la corolle ne porte pas d'insecte, elle est complètement fermée, et comme la fleur est déjà très protégée par son appareil glanduleux, on peut le considérer comme une des plus parfaitement construites de nos Papilionacées indigènes.

Chez l'*O. rotundifolia*, la pollination croisée est la règle. Dans le cas exceptionnel où il n'y aurait pas de visite d'insectes, l'autopollination peut avoir lieu à la fin de l'anthèse.

### 13. Astragalus aristatus L'Hérit.

Peu de localités se prêtent aussi bien à l'étude de cette Papilionacée épineuse que les pentes abruptes par lesquelles on descend du Désert de Platé en Savoie, sur le petit village de Passy non loin de Sallanche. On trouve là d'immenses tapis de cet *Astragalus* qui s'étendent de 1600-2000 mètres.

Les capitules de fleurs roses et blanches placés à l'aisselle des feuilles sont peu apparents dans le fouillis des rameaux couchés sur le sol : ils sont néanmoins visités dans la localité indiquée par les bourdons et surtout les abeilles, en grand nombre. Le calice, renflé dans sa région médiane, est jaunâtre, ses nervures sont roses, et ses longues dents sétacées vertes ; il est couvert de longs poils ascendants. Ces poils ne protègent guère la fleur, on voit courir sans peine à leurs surface les fourmis et les petites araignées.

La corolle dépasse longuement les dents calicinales ; son organisation générale ressemble beaucoup à celle de l'*Anthyllis montana*. L'étendard (fig. 13A) dépasse d'environ $4^{mm}$ l'appareil labial et protège ce dernier dans une grande mesure contre la pluie ; mais cette protection est

Digitized by Google

très inégale suivant les fleurs qui ne font pas toutes un angle convenable avec la verticale. Le limbe est ascendant, longuement obové, émarginé au sommet, creusé en rigole sur son plan de symétrie, à concavité tournée en dedans, à marges souvent enroulées en dessus ou au moins un peu relevées; il est d'un blanc rosé à nervures marquées en rose pâle. A la hauteur des dents calicinales, le limbe se retrécit en onglet large, concave, à concavité tournée vers l'intérieur, blanc et hyalin. Les onglets de l'appareil labial (fig. 13B) sont très grêles, très délicats et hyalins. Les limbes oblongs des ailes sont concaves dans leur partie antérieure, mais cependant sans envelopper la carène; ils en sont au contraire distants de plus de $1^{mm}$ et dépassent son extrémité de $1,5\text{-}2^{mm}$. A la partie postérieure, les limbes des onglets sont tronqués et pleuridiés du côté axoscope; un peu en avant de la pleuridie ils offrent une invagination qui s'appuie sur l'évagination en saillie que présentent à la base les flancs de la carène. Celle-ci a la forme d'un court canot obtus et à marges un peu soudées au sommet; elle enveloppe complètement les organes sexuels.

L'androcée diadelphique forme une gaine ouverte postérieurement, mais en réalité fermée par l'ovaire et la dixième étamine. La gaine adelphique est légèrement creusée circulairement à la base et sécrète abondamment du nectar. Le nectar s'accumule dans le corridor circulaire qui entoure l'ovaire et peut être pompé au moyen des deux orifices nectariens situés à droite et à gauche, à la base de la dixième étamine.

L'*A. aristatus* possède un appareil *explosif* ne fonctionnant bien qu'une fois. Le bourdon appuie fortement sa tête et la partie dorsale de son thorax contre la base du

Digitized by Google

limbe de l'étendard et pousse les ailes vers le bas. Les ailes entraînent alors la carène avec elles, tandis que les organes génitaux font explosion au dehors au milieu d'un nuage de poussière pollinique (fig. 13C). Nous avons remarqué que dans l'*A. aristatus*, à moins d'un accident particulier, l'appareil labial reprend sa position primitive après le départ du bourdon et peut fonctionner de nouveau. Seulement, comme la soudure qui faisait du sommet de la carène un cul-de-sac a été supprimée, les organes sexuels entrent et sortent de la carène, sans qu'il y ait explosion. Au début, l'*A. aristatus* a donc des fleurs d'abord organisées sur le type « explosif, » puis plus tard sur le type d'une « charnière automatique. »

Le stigmate dépasse sensiblement les étamines et se met en tout cas en contact avec le corps de l'insecte avant celles-ci. Comme pour les espèces précédentes, il est cependant fort possible que le stigmate soit saupoudré par le pollen des étamines qui l'entourent pendant l'explosion.

En temps de pluie, nous avons remarqué à plusieurs reprises que la petite boulette de pollen était projetée avec une force suffisante contre l'étendard pour y rester collée et un peu aplatie, lorsqu'on mettait l'appareil labial en mouvement.

### 14. Saxifraga Cotyledon Linn.

Les panicules gigantesques de cette plante la font reconnaître de loin sur les rochers de protogine du massif des Aiguilles-Rouges (vallée d'Entre-deux-Eaux et de Bérard), où les fleurs sont surtout visitées par les mouches.

Les pétales obovés libres chez lesquels le limbe arrondi d'un blanc mat passe insensiblement à l'onglet un

Digitized by Google

peu verdâtre, font contraste avec le calice d'un rouge pourpre. Le diamètre de la corolle atteint 1,5 cm. à la fin de l'anthèse; les fleurs du sommet sont plus petites que les autres. Toute la partie supérieure de la plante, y compris les axes de l'inflorescence et le calice, est couverte de glandes stipitées rougeâtres très nombreuses, qui sécrètent en petite quantité un liquide un peu visqueux. Cette viscosité n'empêche pas les grosses fourmis d'atteindre la fleur, mais elle arrête très bien de petits Coléoptères, de petites araignées et des pucerons; elle doit être envisagée à ce point de vue comme un appareil de protection.

Les dix étamines sont d'abord rapprochées au centre de la fleur de façon à dominer le pistil, puis elles s'en écartent graduellement et viennent s'appuyer contre la corolle (fig. 14 A). Ce premier mouvement accompli, les étamines alternipétales arrivent d'abord à maturité; les anthères sont placées de telle sorte que leur pollen, lorsqu'il tombe, chute entre les pétales. Sensiblement plus tard, c'est le tour des étamines épipétales; le pollen de ces dernières, lorsqu'il tombe, glisse sur l'onglet des pétales et chute sur l'ovaire, sans jamais pouvoir toucher le pistil, fait que nous avons constaté à mainte reprise.

La ligne de déhiscence de chaque sac anthérien est latérale, mais les parois des sacs en se recourbant en dehors font que l'anthère devient entièrement saupoudrée de pollen à la maturité.

Pendant que se passent tous ces phénomènes, les pistils sont incapables de recevoir le pollen; ils sont très courts, et placés au centre de la fleur complètement à l'écart des anthères. Ce n'est qu'après l'ouverture des anthères à la périphérie de la fleur qu'il se développe des surfaces stigmatiques papilleuses libres.

Digitized by Google

Une fois l'émission du pollen terminée, les étamines se recourbent lentement vers le centre de la fleur où elles se réunissent en un faisceau dans lequel les anthères sont très rapprochées les unes des autres (fig. 14 B). Les pistils étalent alors leurs surfaces stigmatifères entre les filets des étamines, en écartant les branches du faisceau. Mais comme les anthères sont complètement desséchées et ont perdu tout leur pollen, nous n'avons jamais constaté que ce phénomène entraînât l'autopollination.

La protérandrie est tellement accentuée que nous n'hésitons pas à voir dans le *S. Cotyledon* une plante adaptée à la pollination régulièrement croisée par l'intermédiaire des mouches.

Les deux pistils et leurs ovaires sont jaunâtres pendant la déhiscence des anthères et reposent sur un disque vert qui sécrète du nectar dont les gouttelettes s'accumulent dans le canal qui sépare le gynécée de la corolle. Les mouches abordent la fleur par le limbe de la corolle; on ne voit pas d'insectes déprédateurs passer entre les pétales, car le passage est obstrué non seulement par les étamines alternipétales, mais encore par les cils rigides qui ornent l'onglet des pétales.

### 15. Aposeris fœtida Less.

Les calathides de cette espèce restent fleuries très peu longtemps et comme cette floraison a lieu à l'ombre des Conifères, au moins dans la plupart des cas, le nombre des insectes visiteurs est relativement peu considérable. Par exemple, dans les bois autour de la tourbière de Sommans (Alpes Lémaniennes), où l'*A. fœtida* est très abondant, nous avons presque constamment constaté sur les calathides des Coléoptères, des Diptères et des Vespides, tan-

Digitized by Google

dis que nous n'y avons que rarement remarqué des bourdons et pas de papillons.

Le diamètre de la calathide fleurie est d'environ 2,5-3 cm.; tous les organes sont d'un beau jaune, le nombre des fleurs est de 10-25 par calathide; elles sont disposées de telle sorte que les corolles viennent s'étaler sur les bractées involucrales, tandis que les organes sexuels, du reste tous très isolés les uns des autres, occupent le centre de la calathide. Les ligules sont quinquédentées (fig. 15 A), mais à dents rapprochées en deux massifs contenant l'un 2, l'autre 3 pièces, et séparés par un sinus de profondeur variable; la longueur de la ligule est d'environ 1, 3-1, 5 cm. Le tube corollaire est très étroit et long de 2-2,5 mm; il contient du nectar en assez grande abondance. La base des ligules est ornée de nombreux poils coniques, pluricellulaires, assez résistants, dirigés en dehors. Ces poils s'enchevêtrent les uns dans les autres et empêchent complètement les insectes (Coléoptères) de descendre entre les fleurs sur le péricline.

Toutes les fleurs sont ☿ et par conséquent protérandriques. Le développement des fleurs d'une même calathide nous a paru s'opérer, au point de vue des organes génitaux, d'une façon sensiblement synchronique. Les filets longs de 1,5 mm., portent un manchon anthérien haut de 4 mm. Le style, au moment où il a atteint son complet développement, dépasse ce manchon d'environ 4 mm. Les poils balayeurs[1] sont uniformément

[1] Voy. Cassini, *Ebauche de la synanthérologie (Opuscules phytologiques*, vol. I, p. 14); Hildebrand, *Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Compositen (Verh. der K. Leop.-Carol. Akademie* XXXV); Delpino, l. c., I p. 111 et suiv.; Hoffmann, dans Engler und Prantl, l. c. IV Teil, Abt. 5, p. 111 et suiv.



Digitized by Google

répartis sur toute cette longueur, ils ont la forme de petites sétules coniques, 1-2 cellulaires, à parois assez épaisses, dirigées vers le haut. Ces poils balayeurs débarrassent habituellement d'une façon presque complète le manchon anthérien de son pollen. Les lobes stigmatiques, subulés, cylindriques, sont un peu aplatis sur leur face interne, et pourvus sur toute leur surface interne de minuscules papilles stigmatiques; au contraire sur le côté extérieur convexe on trouve presque jusqu'au sommet des poils balayeurs. Pendant un certain temps les branches du style sont courbés en arc, et il n'y a aucun contact direct possible entre la surface stigmatifère et le pollen ramassé par les poils balayeurs (fig. 15 B). A ce moment-là, les insectes visiteurs peuvent opérer une pollination tant croisée que directe, les deux cas pouvant également se réaliser. Mais à la fin les deux branches s'enroulent en dedans, et viennent mettre directement en contact la surface stigmatifère avec le pollen balayé (fig. 15 C). Pour le cas où la pollination n'a pas encore eu lieu par geitonogamie et xénogamie, il se produit ainsi régulièrement une fécondation par autogamie.

### 16. Onosma vaudense Greml.

Cette forme d'*Onosma* n'est qu'une race locale de l'*O. echioides* Linn., race qui nous a présenté des particularités biologiques intéressantes. Les fleurs d'un jaune-soufre répandent une odeur de miel douce, mais très sensible, qui attire de nombreux insectes, dont les plus zélés sont les bourdons, les abeilles et une série de Lépidoptères. L'abondance du nectar dans la fleur de l'*Onosma* est aussi un appas puissant pour les fourmis; aussi celles-

Digitized by Google

ci cherchent-elles à pénétrer dans la corolle, mais leur marche est considérablement entravée par les longues soies rigides qui existent sur les tiges et sur les calices de cette plante. Au jardin botanique de Genève, par exemple, où on cultive l'*O. vaudense* depuis plusieurs années, on ne trouve que rarement des fourmis dans les tubes corollaires, tandis qu'elles abondent dans la plupart des autres plantes sécrétant autant de nectar. Nous n'avons pas constaté encore jusqu'ici de perforations du tube de la corolle, comme en pratiquent les bourdons sur bon nombre d'autres Borraginées.[1] Il est certain que les dents calicinales longues de 1,2 cm., hérissées de poils rigides de toute part et peu écartées les unes des autres rendent l'attaque du tube difficile.

Au début de l'anthèse, les fleurs sont dirigées vers le bas, mais dès le début de la floraison, elle prennent une position oblique, puis horizontale. La corolle très élégante, est cylindrique-campanulée (fig. 16 A); elle débute par un tube étroit, qui s'élargit graduellement, et se renfle en une gorge spacieuse rétrécie un peu au-dessous du sommet. Au-dessus de ce rétrécissement se trouvent cinq petits lobes aigus horizontaux ou repliés. Ces lobes sont poilus tandis que le reste de la corolle est glabre. On pénètre dans la corolle par un orifice vaguement pentagonal d'un diamètre de 5 mm. La corolle elle-même est longue de 2-2,3 cm.

La partie renflée du tube corollaire contient l'appareil génital qui a une disposition particulière (fig. 16 A). Les étamines ont des filets jaunâtres très larges à la base, rétrécis au sommet et sont synanthérés. En effet, les an-

[1] Voy. Lœw, *Blütenbiologische Floristik des mittleren und nördlichen Europa, sowie Grönlands*, p. 279 et suiv.

Digitized by Google

thères très longues (6-6,5 mm.) et linéaires forment un manchon qui entoure le style comme dans les Composées. Les anthères sont constituées par deux loges étroites et très allongées, introrses, à bases écartées de façon à donner à l'organe entier une apparence sagittée; au sommet, les deux loges se terminent aussi par deux petites languettes libres. Les languettes de la base, aussi bien que celles du sommet sont un peu recourbées en dehors. Pendant l'anthèse, la cohésion entre les anthères du manchon synanthéré est obtenue par le fait que les languettes sagittales de chaque anthère sont soudées latéralement avec celles de sa voisine, de sorte qu'en fendant la corolle, on éprouve quelque résistance à ouvrir le manchon synanthéré (fig. 16 B.).

Le style mince, cylindrique, droit et lisse, atteint une longueur de 2,5 cm. et plus; il dépasse donc l'orifice de la corolle de 5 mm. environ et fait librement saillie au dehors. Il se termine au sommet par deux lobes stigmatifères très courts, obtus, ne portant de papilles stigmatiques qu'à leur face interne (fig. 16 C.). Dans le bouton, le style est placé entre les anthères, mais les lobes stigmatifères ne sont pas encore développés; ce n'est que lorsqu'il a dépassé les étamines et fait saillie hors de la corolle que les lobes se développent.

La sécrétion du nectar est effectuée par cinq petites écailles nectarifères placées exactement au fond du tube corollaire (fig. 16 D). La sécrétion du nectar est si abondante que nous en avons souvent constaté vers les 2 ou 3 heures de l'après-midi, au milieu de juin, 2-3 mm. cub., quoique les insectes visitassent les fleurs depuis le matin.

Les fleurs ont normalement besoin de l'intervention des insectes pour être pollinées. Ces derniers s'accrochent

Digitized by Google

au petits lobes poilus qui entourent l'orifice de la corolle et projettent la partie antérieure de leur corps dans le tube. En faisant cela, ils heurtent avec leur trompe et leur tête les filets et les parties saillantes du manchon anthérien par les fentes duquel le pollen s'écoule aussitôt et vient saupoudrer tous les organes du visiteur qui sont dans son voisinage immédiat. Les bourdons, les abeilles et surtout les papillons touchent régulièrement le style en arrivant à la fleur. La pollination est par conséquent régulièrement croisée. Le pollen d'une fleur ne peut tomber sur son propre stigmate, grâce à la position oblique ou horizontale des fleurs. A la maturité la corolle tombe, entraînant avec elle les étamines. A ce moment les papilles stigmatiques viennent donc régulièrement en contact avec le manchon anthérien au travers duquel elles glissent; mais à ce moment la pollination a déjà eu lieu depuis longtemps et les ovaires sont passablement renflés, au moins dans les fleurs que nous avons examinées. Il est évident que dans le cas exceptionnel où les visites d'insectes viendraient à faire défaut, l'autopollination doit s'opérer de la manière qui vient d'être décrite.

### 17. Androsace lactea Linn.

Quoique cette élégante petite Primulacée, qui abonde dans le Jura septentrional et dans la chaîne du Stockhorn, soit visitée sur les rochers par des Diptères et des petits papillons, sa pollination s'opère presque toujours directement et spontanément.

Ce qui attire les insectes mentionnés, c'est la couleur d'un blanc pur de la corolle, dont le limbe large de 1,1 — 1,2 cm. et étalé est taché de jaune à la base (fig. 17A).

Digitized by Google

C'est peut-être aussi une sécrétion de nectar de la part des parois de l'ovaire; nous devons dire toutefois que ce point qui a été carrément affirmé par M. Kerner[1] pour d'autres espèces, mérite au moins une confirmation, car chez l'*A. lactea* nous n'avons pas réussi à nous convaincre que les gouttelettes de liquide que l'on rencontre accidentellement sur l'ovaire étaient sécrétées par la plante. Il se peut, en effet, fort bien que ce liquide soit simplement de la vapeur d'eau condensée à la surface de l'épiderme. Il ne saurait habituellement s'agir de gouttes de pluie, car nous avons pu vérifier très facilement chez l'*A. lactea* les indications de M. Kerner concernant la protection des organes sexuels en temps de pluie[2].

Le tube corollaire forme une sorte de chambre (fig. 17 B), haute de 3 mm. et large de 2 mm., dont le plancher est occupé par l'ovaire aplati et dont le plafond voûté est percé d'une ouverture polygonale large de 0,5 mm. au moins. On observe aisément en temps de pluie que les gouttes restent suspendues sur l'étroit orifice et sont empêchées d'y pénétrer par l'air contenu dans la chambre interne.

Du centre de l'ovaire s'élève un style dont le stigmate capité est dominé latéralement par les cinq anthères qui le touchent presque. Comme le développement des anthères et du style est synchronique, il en résulte que le pollen tombe spontanément sur le stigmate et produit l'autopollination spontanée. Les insectes ne peuvent guère selon nous, en introduisant leur trompe dans l'orifice de la chambre corollaire que collaborer à cette autopollination.

[1] Kerner, *Pflanzenleben*, p. 171.
[2] Kerner, l. c. p. 111.

Digitized by Google

Nous n'avons pas vu dans l'*A. lactea* trace de l'hétérostylie signalée dans le genre *Androsace* par M. Kerner sans malheureusement que cet auteur ait spécifié sur quelques espèces il a fait cette observation [1].

### 18. Androsace villosa Linn.

Cet *Androsace* est protégé par un abondant indument hérissé, à la fois contre une transpiration trop abondante et contre les petits insectes déprédateurs. Sa corolle est un peu plus grande que celle de l'espèce précédente ; elle commence par présenter une teinte carnée autour de l'orifice, puis elle devient complètement blanche avec l'âge.

Nous avons étudié avec soin cette plante à la Dôle (Jura vaudois) où elle abonde et nous avons pu confirmer sur elle, toutes les indications données à propos de l'espèce précédente. On ne reconnaît chez elle ni hétérostylie, ni sécrétion de nectar. L'organisation de la fleur est la même que pour l'*A. lactea*. Nous n'avons pas observé de visiteurs.

### 19. Daphne alpina L.

Cette rare Thymélaeacée peut être observée abondamment en fleurs pendant les mois de mai et juin sur les rochers du Salève (rochers d'Archamp, rochers du Coin, sentier des Bûcherons). Ses fleurs d'un blanc de lait sont rassemblées en bouquets sessiles et entourés d'une touffe de feuilles d'un vert glauque.

[1] Kerner, l. c. p. 301.

Digitized by Google

La fleur est, somme toute, peu apparente; le diamètre de la corolle est de environ 1 cm. Les lobes du calice corollin sont étalés, lancéolés et cordés à la base (fig. 18). On pénètre dans le tube verdâtre par une entrée ± carrée, dans les angles de laquelle sont placées 4 anthères sessiles ou subsessiles. Ces anthères ne sont pas situées sur le même plan, celles qui sont attachées aux lobes les plus extérieurs dans la préfloraison sont insérées plus haut que les deux autres. Environ 1 mm. ou 1,5 mm. plus bas dans le tube on rencontre une deuxième rangé de 4 anthères, alternes avec les premières. Enfin, sensiblement au-dessous de la seconde rangée d'anthères, se trouve le stigmate. Ce stigmate a la forme d'une tête aplatie, blanchâtre, complètement couverte de trichomes hyalins et très courts; il est sessile sur un ovaire renflé pourvu d'une couverture de poils brillants couchés et dirigés vers le haut. La base de l'ovaire est conique. Nous ne voyons aucune trace de disque ou de nectaire, pas plus que de nectar.

Les anthères sont d'un jaune-orange au moment de l'émission du pollen; ensuite elles blanchissent, d'abord celles du cercle supérieur, puis celle du cercle inférieur.

Nous avons aperçu à plusieurs reprises des papillons et des mouches posés sur les bouquets du *Daphne*, mais nous ne pensons pas qu'ils jouent un rôle actif dans la pollination. L'introduction de leur trompe dans le tube de la corolle ne peut avoir pour conséquence que de faciliter la chute du pollen sur le large stigmate velouté situé au-dessous des anthères.

### 20. Daphne Cneorum Linn.

Ce *Daphne* qui fleurit en mai sur les pentes du Jura

Digitized by Google

au Marchairuz, se distingue de suite de l'espèce précédente par deux caractères d'une certaine importance biologique. Les fleurs sont d'un beau rose foncé et douées d'un parfum doux et pénétrant : aussi sont-elles souvent visitées par les papillons. Elle forment des bouquets à l'extrémité des rameaux, et comme ceux-ci sont très nombreux, la plante est visible de loin au moment de l'anthèse [1].

Le diamètre du limbe calicinal est de environ 1-2 cm. Les lobes sont ovés-elliptiques (fig. 19 A), obtus et très brièvement mucronulés au sommet, en cœur à la base, ils sont creusés d'un sillon sur leur ligne médiane. Tandis que le limbe est glabre, le tube est pourvu d'une pubescence fine et apprimée. On pénètre dans ce tube par un orifice assez nettement carré dans certaines fleurs, presque circulaire dans d'autres. Le calibre du tube n'est pas constant; il est plus faible vers l'orifice (1,8 mm.) que vers la base (2,5 mm.). L'intérieur du tube est complètement lisse et présente comme l'espèce précédente deux rangées d'anthères. Ces rangées d'anthères sont séparées par une distance de 3-4 mm. ; elles présentent les mêmes caractères que celles de l'espèce précédente, à cette différence près qu'elles sont portées par un filet blanc beaucoup plus net.

La distance séparant la dernière rangée d'anthères du stigmate est d'environ 4 mm. Ce dernier a la forme d'un gros mamelon, concave à la partie supérieure, et recouvert d'un indument velouté, fin et hyalin. Le stigmate n'est

[1] Nous avons pu étudier à loisir ce *Daphne* pendant sa floraison en 1895 sur les pieds magnifiques provenant du Marchairuz et cultivés au Jardin alpin d'acclimatation dirigé par M. Correvon à Genève.

Digitized by Google

pas sessile sur l'ovaire; il en est séparé par un très court pédicule qui tranche par sa couleur blanche sur l'ovaire vert. L'ovaire est obconique, renflé à sa partie supérieure et brièvement pubescent. Nous n'avons trouvé à sa base ni disque, ni nectaire différencié d'aucune sorte.

Cependant comme la fleur est abondamment visitée par les papillons, au moins quand la saison n'est pas défavorable, et que l'étroitesse et la longueur du tube (1,3 cm.) cadrent bien avec une fleur à Lépidoptères, nous considérons comme très probable que les papillons pompent des gouttes sucrées que l'on trouve le matin au fond du tube au commencement de l'anthèse. Ces gouttes de nectar seraient secrétées par la partie inférieure de l'ovaire. Cette partie n'est pas, il est vrai, différenciée en nectaire, mais sa surface n'est pas la même que celles des parties supérieures de l'ovaire. Au lieu de présenter des poils tecteurs, l'épiderme de l'ovaire montre à la partie inférieure une surface papilleuse, luisante et humide, que nous considérons comme le siège de l'excrétion (fig. 19 B).

D'après tout ce que nous venons de voir il est évident que la pollination peut être de trois sortes différentes. 1° Les fleurs qui, dans le bouquet ont une position horizontale ou même inclinée vers la terre, ne peuvent être pollinées que par l'intermédiaire des papillons. Il dépendra du hasard que cette pollination soit : *a)* croisée au moyen du pollen charrié par la trompe de l'insecte d'une fleur à l'autre : *b)* directe au moyen du pollen transporté de la même manière sur le pistil de la même fleur. 2° Dans les fleurs orientées verticalement ou peu obliquement, le pollen pourra tomber directement des étamines sur le stigmate.

Il faut ajouter que le stigmate est assez large pour ne

Digitized by Google

laisser qu'un très faible espace entre lui-même et la paroi du tube, de sorte qu'il est immanquablement effleuré par la trompe du papillon qui butine.

Nous saisissons cette occasion pour mentionner un fait biologique curieux qui nous a été communiqué par M. Badel, amateur distingué de plantes alpines, qui cultive les deux *Daphne* étudiés ici dans ses rocailles à Chêne près Genève. On trouve régulièrement beaucoup de fruits à la maturité sur le *Daphne alpina*, tandis qu'on a beaucoup de peine à en trouver sur le *Daphne Cneorum*. Cette différence entre les deux espèces est due, selon M. Badel, à ce que les fruits de *D. Cneorum* sont très recherchés des fourmis. Celles-ci enlèvent les fruits dès le début de leur maturité et les charrient dans leurs fourmilières [1]. On est obligé pour avoir des fruits de les cueillir avant la maturité, de les laisser mûrir au soleil sur du papier, en ayant soin de se garantir des fourmis qui les enlèvent immédiatement si on leur en laisse l'accès [2].

[1] L'auteur de cette communication n'a pas poursuivi plus loin le sort de ces fruits.

[2] Cet article était imprimé quand nous avons eu connaissance d'une note de M. Meehan sur le *Daphne Cneorum (Self-fertilizing flowers* [*Contributions to the life-histories of plants VI* in *Proceed. acad. nat. sc. of Philad.* 1891, p. 281]). Dans cette note, M. Meehan décrit sommairement la fleur du *D. Cneorum* et considère son organisation comme déterminant l'autopollination. L'auteur suppose qu'en Europe, cette fleur est peut-être pollinée par des Lépidoptères à longue trompes. Nous avons vu plus haut que ces deux opinions sont toutes les deux justes. Il est très intéressant de constater qu'aux États-Unis, on ne trouve pas non plus de fruits à la maturité chez le *D. Cneorum*.

Digitized by Google

Digitized by Google

# EXPLICATION DES FIGURES

## PLANCHE I

1. *Matthiola valesiaca*. *A*, section longitudinale de la fleur passant par le calice; *B*, dissection montrant deux nectaires placés à droite et à gauche d'une petite étamine.
2. *Vesicaria utriculata*. Préparation de l'androcée et du gynécée montrant, à la base, les nectaires saillants.
3. *Hugueninia tanacetifolia*. *A*, fleur dépouillée de ses pétales; *B*, stigmate.
4. *Iberis saxatilis*. *A*, position relative des étamines et du pistil après la déhiscence des anthères; *B*, fleur de la périphérie du corymbe (vue d'en haut); *C*, fleur du centre du corymbe (vue d'en haut).
5. *Aethionema saxatile*. *A*, pétale; *B*, section longitudinale antéro-postérieure de la fleur.
6. *Helianthemum polifolium*. *A*, section longitudinale de la fleur passant par la corolle; *B*, pédicelle et calice après l'anthèse; *C*, position d'une étamine avant et après l'irritation (en $\varphi$, angle de translation de l'étamine); *D*, stigmate médian; *E*, stigmate latéral; *F*, cellule du parenchyme cortical et de l'étamine, montrant des communications plasmiques intercellulaires; *G*, androcée d'une fleur andromonoïque.
7. *Helianthemum canum*. *A*, fleur complète vue de face; *B*, fleur complète vue de profil; *C*, la même en section longitudinale passant par la corolle.

## PLANCHE II

8. *Lychnis flos-Jovis*. *A*, section longitudinale de la fleur au stade préparatoire; *B*, section longitudinale de la fleur au stade mâle; *C*, section longitudinale de la fleur au stade femelle; *D*, *E* et *F*, région stigmatifère d'un pistil pendant les trois stades.

Digitized by Google

9. *Geranium rivulare.* *A*, section longitudinale de la fleur passant par la corolle; *C*, stigmates au moment de l'émission du pollen ; *B*, stigmates après l'émission du pollen.
10. *Cytisus decumbens.* *A*, fleur au moment de l'explosion du pollen; *B*, étendard; *C*, appareil labial.
11. *Anthyllis montana.* *A*, étendard avec nectarosème ; *B*, pétales débarrassés du calice pour montrer la force et la position respectives des onglets; *C*, adelphie staminale sortant de l'appareil labial.
12. *Ononis rotundifolia.* *A*, fleur complète, pompe refoulante en repos.

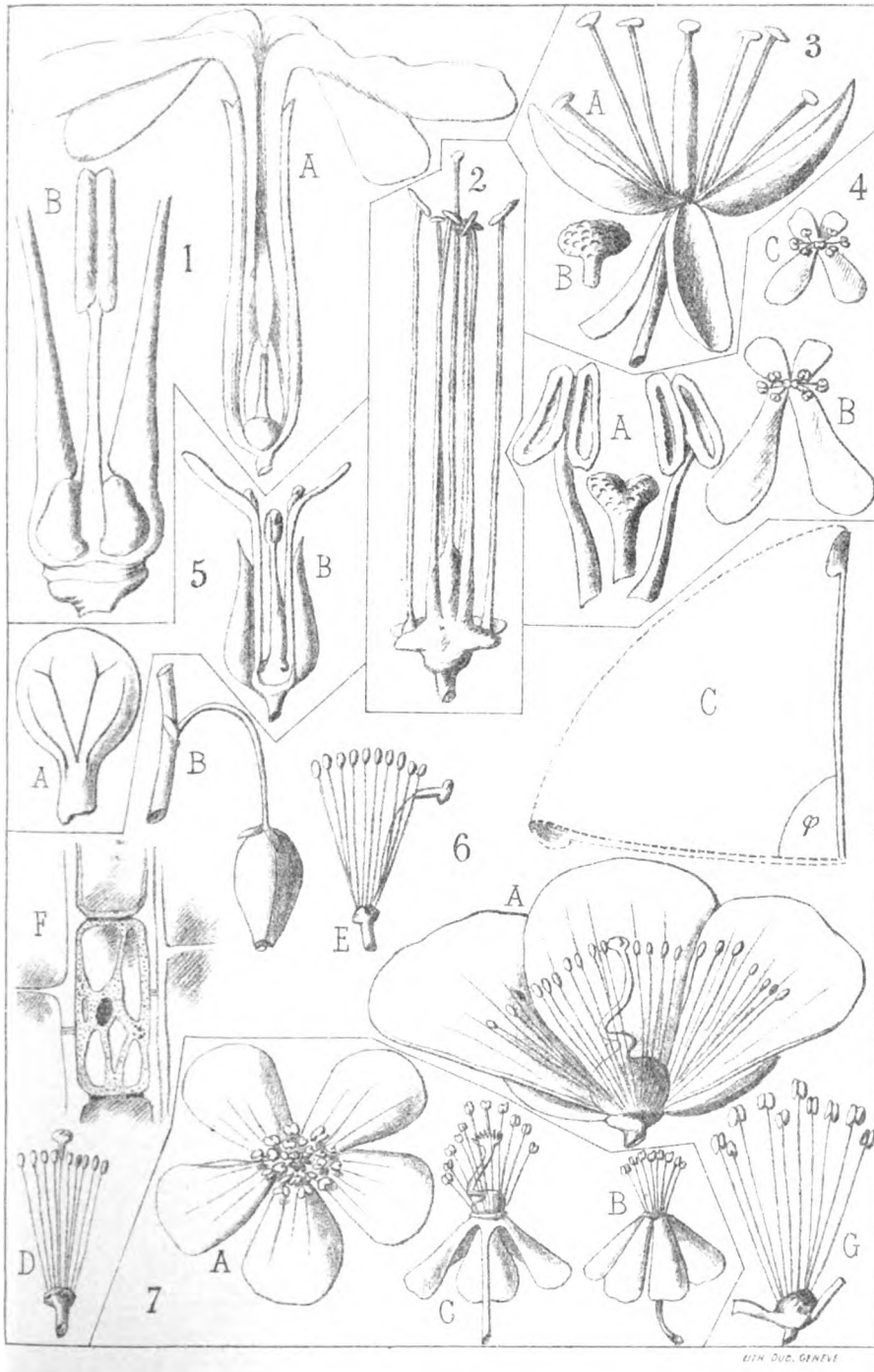
## PLANCHE III

12. *Ononis rotundifolia.* *B*, fleur complète, pompe refoulante en activité; *C*, étendard avec nectarosème; *D*, carène; *E*, aile; *F*, adelphie staminale, en *n*, les trous nectariens ; *G*, stigmate.
13. *Astragalus aristatus.* *A*, étendard; *B*, appareil labial (en *n*, les trous nectariens); *C*, position respective de l'adelphie staminale et de l'appareil labial au moment de l'explosion du pollen.
14. *Saxifraga Cotyledon.* *A*, section longitudinale de la fleur au stade mâle; *B*, section longitudinale de la fleur au stade femelle.
15. *Aposeris fœtida.* *A*, fleur complète; *B*, lobes stigmatiques au début de l'anthèse: *C*, lobes stigmatiques à la fin de l'anthèse.
16. *Onosma vaudense.* *A*, section longitudinale de la corolle montrant le manchon synanthérique; *B*, manchon synanthérique ouvert; *C*, stigmates; *D*, nectaire.
17. *Androsace lactea.* *A*, Corolle vue de face; *B*, section longitudinale de la fleur.
18. *Daphne alpina.* Section longitudinale de la fleur.
19. *Daphne Cneorum.* *A*, section longitudinale de la fleur; *B*, base de l'ovaire.

Digitized by Google

Digitized by Google

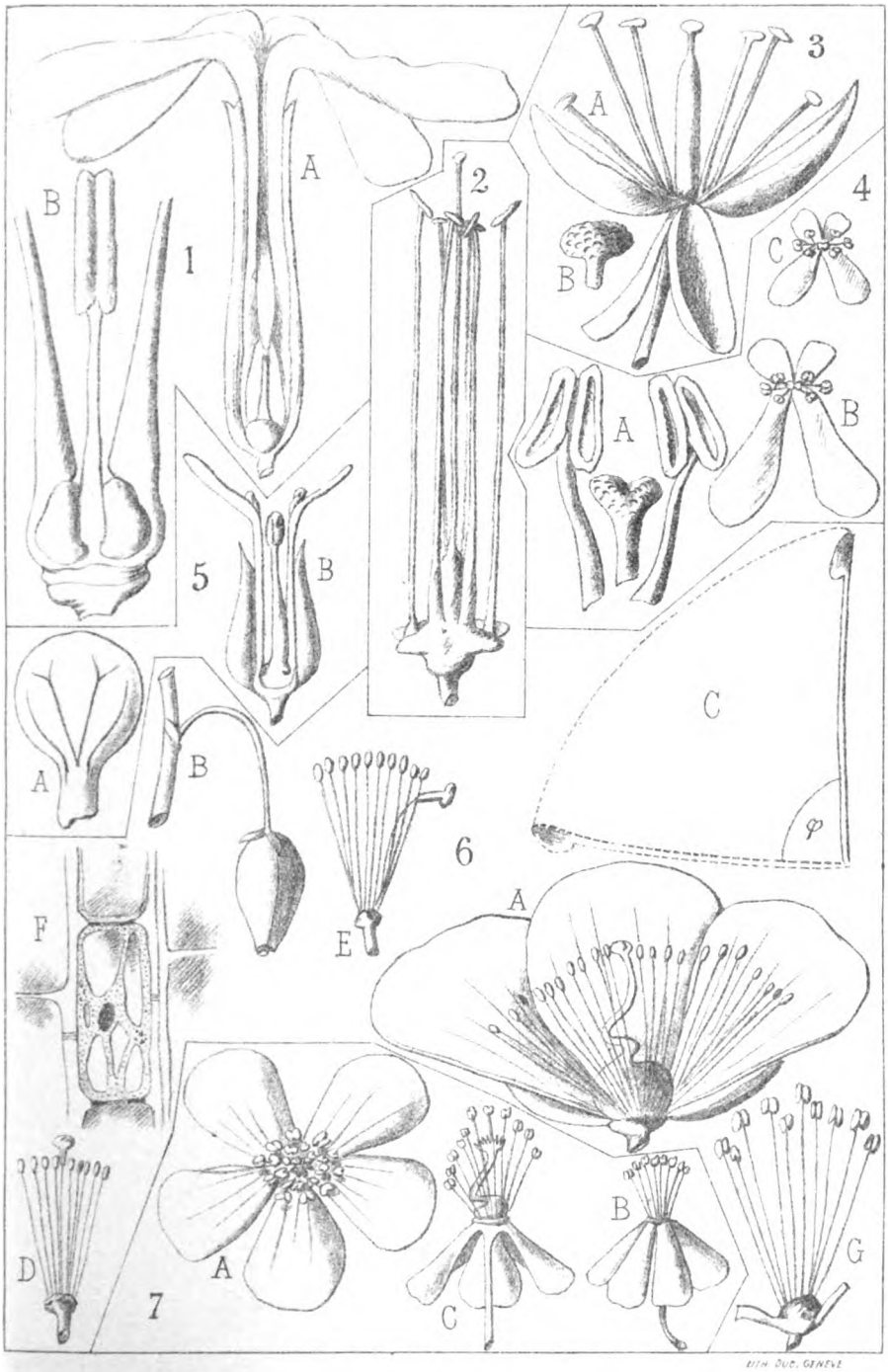
Digitized by Google




LITH. DUC. GENEVE

Digitized by Google

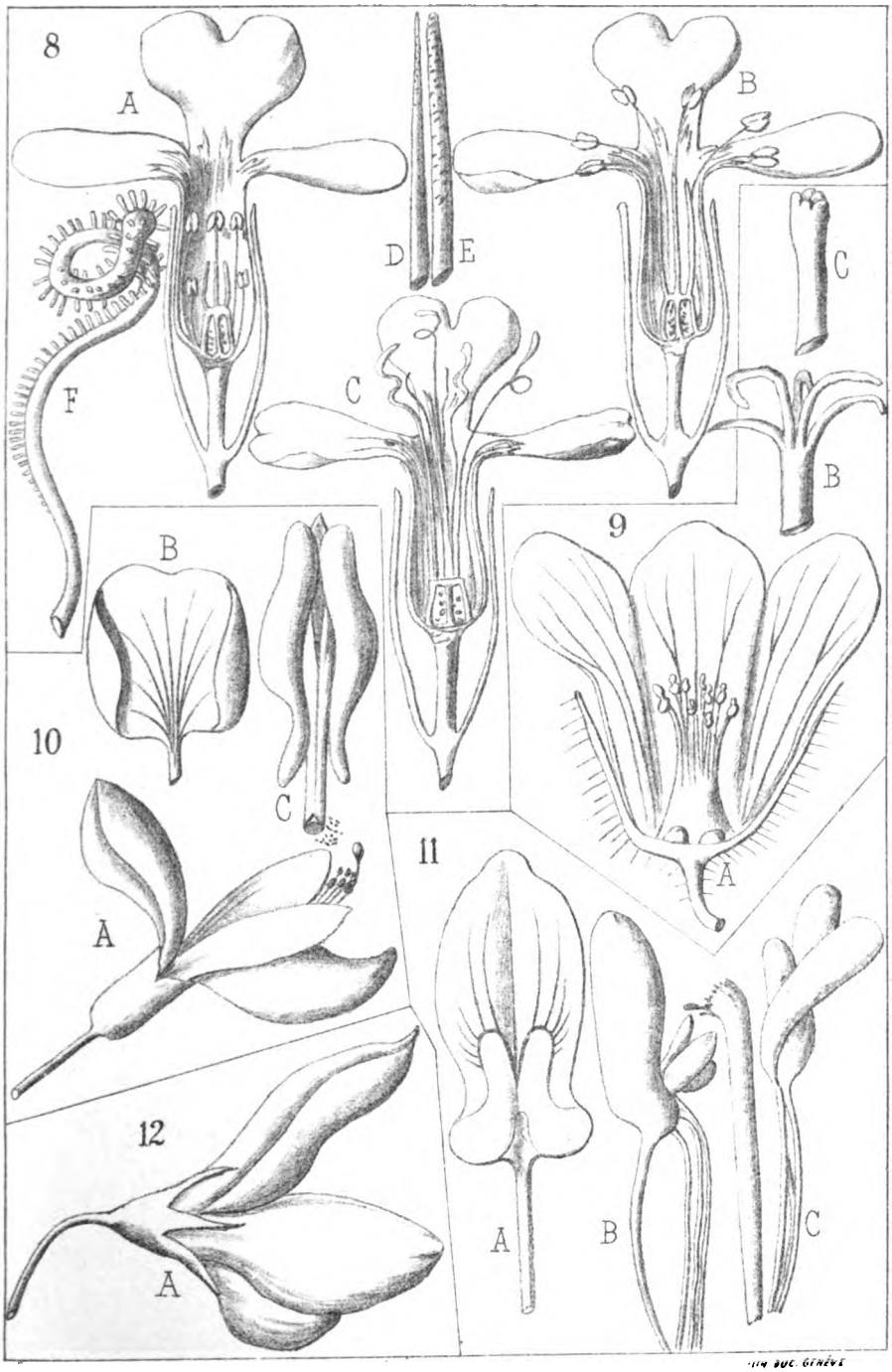
Digitized by Google




LITH. DUC. GENEVE

Digitized by Google

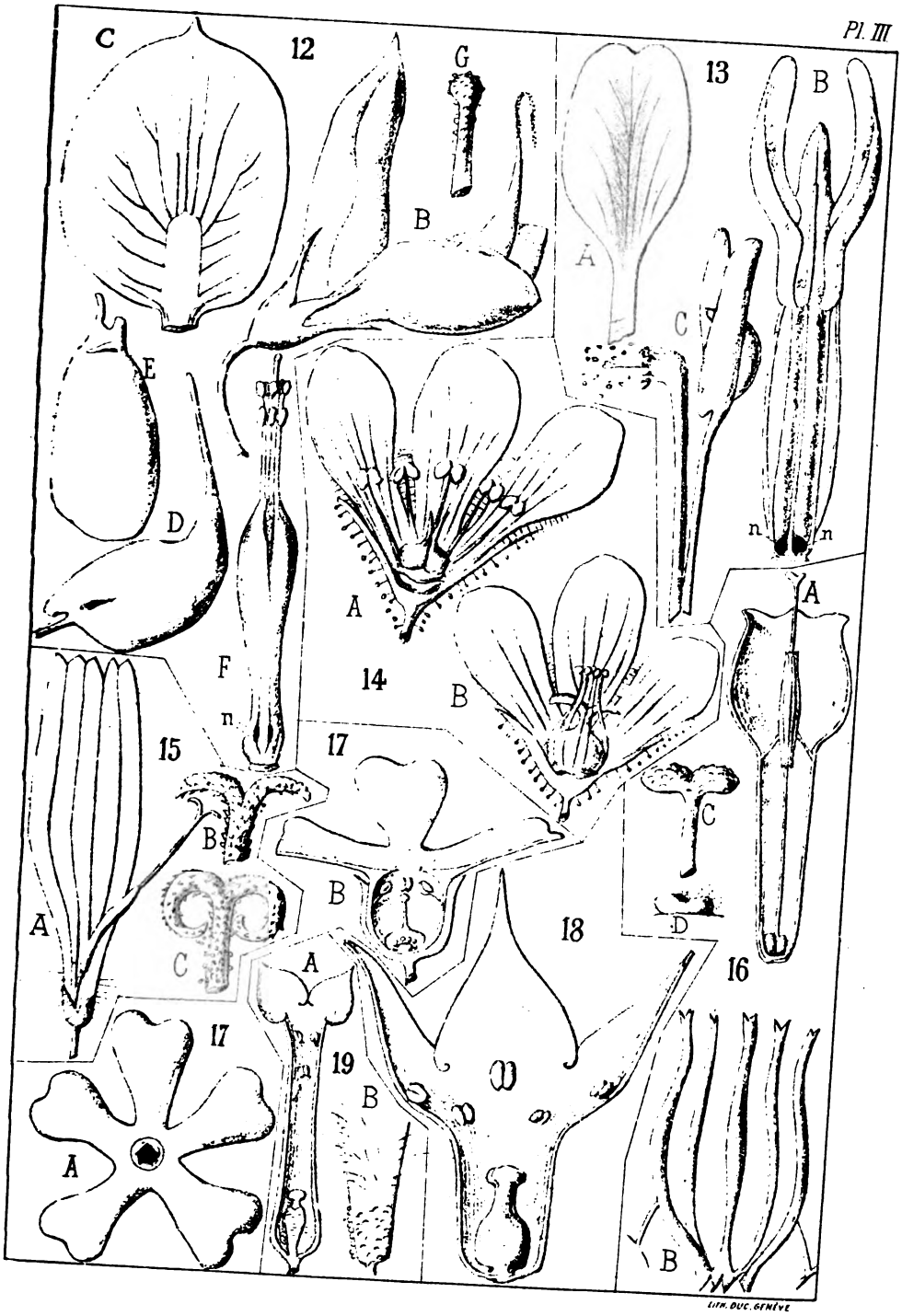
Digitized by Google




LITH. SUC. GENÈVE

Digitized by Google

Digitized by Google




LITH. DUC. GENÈVE

Digitized by Google

Digitized by Google

# BULLETIN

DU

# LABORATOIRE

DE

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

DE

# L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

RÉDIGÉ SOUS LA DIRECTION

DU

**Dr John BRIQUET**

Directeur du Jardin botanique de Genève,
Conservateur de l'Herbier Delessert,
Privat-docent à l'Université.

---

VOLUME I

No 2.

SOMMAIRE :

I. Note sur l'histologie des organes de végétation dans le genre Brunonia, par J. Briquet.
II. Note sur l'histologie des organes de végétation dans le genre Zombiana, par J. Briquet.
III. Recherches anatomiques sur l'inflorescence des Cuphea alterniflores (Lythrariées) par A.-M. Boubier, avec deux vignettes dans le texte.
IV. Verbenacearum novarum descriptiones, auctore J. Briquet, avec une vignette dans le texte.
V. Note sur la tératologie du Narcissus radiiflorus Salisb., par G. Hochreutiner, avec une vignette dans le texte.
VI. Sur un hybride nouveau de la famille des Ombellifères, par J. Briquet.

---

**Mai 1896.**

GENÈVE

IMPRIMERIE ROMET, 26, BOULEVARD DE PLAINPALAIS

1896

Digitized by Google

Digitized by Google

Extrait du *Bulletin de l'Herbier Boissier*.
Tome IV. N° 5. Mai 1896.

BULLETIN
DU
LABORATOIRE DE BOTANIQUE GÉNÉRALE
DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE
RÉDIGÉ SOUS LA DIRECTION DE
JOHN BRIQUET
N° 2 [1].

I

# NOTE SUR L'HISTOLOGIE DES ORGANES DE VÉGÉTATION DANS LE GENRE *BRUNONIA*

PAR
**John BRIQUET**

INTRODUCTION. — Décrit pour la première fois par Smith en 1810 [2], qui le plaçait entre les Corymbifères et les Goodenoviées, le genre *Brunonia* a été balloté dans différentes directions par les auteurs subséquents et sa valeur très discutée. R. Brown l'a d'abord rapporté aux Goodenoviées dont il possède le stigmate inclus dans un indusium [3]. Cette opinion est celle à laquelle se rattachent en général les auteurs récents [4]. Mais en 1816, R. Brown changea d'avis et considéra le genre

[1] Le numéro 1 a paru en tirage à part des *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4me période, vol. I, 1896.
[2] Smith, in *Transact. linn. soc.* X, p. 365, ann. 1810.
[3] R. Brown, *Prodr. fl. Nov. Holland.* I, p. 589, ann. 1810.
[4] Par exemple Bentham, dans Bentham et Hooker, *Genera plantarum* II, 2 p. 541 et dans *Flora australiensis*, IV, p. 120.

Digitized by Google

*Brunonia* comme le type d'une famille nouvelle[1] à laquelle il donna le nom de Brunoniacées[2]. Cette manière de voir a été suivie par Endlicher[3], Lindley[4] et Alph. de Candolle[5].

Relativement aux affinités du genre *Brunonia*, les avis ne sont pas moins partagés. Le style pourvu d'un stigmate enveloppé d'un indusium est une puissante raison à invoquer en faveur de ceux qui considèrent le genre *Brunonia* comme appartenant aux Goodenoviées, on tout au moins qui placent les Brunoniacées dans le groupe général des *Campanulales*[6]. Cependant plusieurs auteurs ont été frappés du fait que l'ovaire est libre, les fleurs régulières et les semences dépourvues d'albumen. Ils ont alors progressivement éloigné des *Brunonia* des Campanulacées et des Goodenoviées. En 1833, Lindley considérait les Brunoniacées comme le type d'une alliance spéciale les *Brunoniales*[7]. En 1836, le même auteur rangeait les *Brunoniacées* dans son alliance des *Echiales* non loin des Borraginacées[8]. Alph. de Candolle a encore exagéré cette manière de faire en plaçant les Brunoniacées entre les Globulariacées et lesPlombaginacées[9]. Avant lui, Reichenbach avait successivement fixé la place des *Brunonia* parmi les Plombaginacées[10] et parmi les Globulariacées[11].

Comme on voit, les affinités du genre *Brunonia* sont complexes et très discutées. Aussi avons-nous été curieux, dès le début de nos recherches anatomiques sur les Gamopétales, de voir à quels résultats conduirait un examen histologique de ce groupe. Malheureusement des recherches étendues entreprises sur les Goodenoviées, les Sélaginacées et les Globulariacées ne sont pas encore assez avancées, pour que nous puissions sans imprudence nous aventurer dans une discussion taxinomique. En attendant, nous publions, pour prendre date, les résultats que nous a fournis

[1] R. Brown, in *Transact. linn. soc.* XII p. 132, ann. 1816.
[2] R. Brown, in *Edinb. new philos. Mag.*, sept. 1832.
[3] Endlicher, *Genera plantarum*, p. 505, ann. 1838.
[4] Lindley, *Veget. Kingdom*, p. 657, ann. 1847.
[5] Alph. de Candolle, *Prodromus*, XII, p. 615, ann. 1848.
[6] Endlicher, *Genera plantarum*, l. c.
[7] Lindley, *Nixus plantarum* p. 31, 1833.
[8] Lindley, *A natural system of Botany*, ed 2, p. 266, ann. 1836.
[9] Alph. de Candolle, l. c.
[10] Reichenbach, *Conspectus regni vegetabilis per gradus naturales evoluti*, p. 91, ann. 1828.
[11] Reichenbach, *Handbuch des natürlichen Pflanzensystems*, p. 196, ann. 1841.

Digitized by Google

l'examen du *Brunonia australis* Sm.[1], nous réservant de reprendre ultérieurement l'étude détaillée de la question.

Rhizome — Le rhizome du *B. australis* possède une section circulaire. L'écorce à gros éléments polyédriques, assez lâches, persiste très longtemps et subérise assez ses membranes pour que ces dernières résistent à l'action des acides dilués. L'épiderme est détruit, ainsi que les assises hypodermiques. Sous cette écorce on voit une couche de liège dont les cellules sont extrêmement comprimées et qui sont dues à un périderme péricyclique. Le périderme est entretenu par le travail d'une zone phellogène ne donnant pas naissance intérieurement à un phelloderme. Les parois des cellules du liège sont assez épaisses. A l'intérieur du périderme péricyclique se trouve une zone libérienne assez épaisse. La plupart des cellules sont un peu épaissies dans les angles ; elles sont presque toutes d'un calibre égal, sauf les cellules compagnes que l'on reconnait ça et là à leurs petites dimensions, perdues dans les tissus avoisinants. Sur une coupe longitudinale on reconnaît dans ce liber des tubes criblés et des cellules parenchymateuses. Les articles des tubes criblés sont relativement très courts et ne se distingueraient guère du parenchyme, n'étaient les cribles des parois séparatrices. Chaque paroi possède un seul grand crible. Le cal est très faiblement développé, au moins sur les matériaux à notre disposition. Le bois forme un cylindre continu dans lequel les éléments vasculaires sont séparés par des rayons de parenchyme à cellules couchées ou presque couchées. Le corps du bois est entièrement constitué par des trachéides assez fortement épaissies et pourvues de ponctuations aréolées, à contours elliptiques perpendiculaires à l'axe des éléments. Ça et là les trachéides sont remplacées par des vaisseaux ouverts, d'un calibre un peu plus fort, à ornementation du reste identique. Ces vaisseaux sont répartis d'une façon irrégulière et généralement accompagnés de quelques cellules de parenchyme. Les stéréides sont rares, à parois plus fortement lignifiées que les trachéides, à ponctuations contournées normales. Vers le bord interne, le cylindre ligneux est pourvu de quelques trachées spiralées. Les trachées initiales ne sont pas entourées d'un endoxylé bien différencié, en tous cas peu abondant. La moelle, à gros éléments, sclérifie peu ses parois qui restent cellulosiques et devient ± caduque avec l'âge.

[1] Bentham a montré *(Fl. austral.* IV p. 121*)* que les *Brunonia australis* Sm., *B. sericea Sm.* et *B. simplex* Lindl. se réduisaient à une espèce, le *B. australis*, unique représentant connu du genre.

Digitized by Google

Au voisinage de la rosette qui termine le rhizome, le système libéro-ligneux est complètement disloqué par les sorties fréquentes de traces foliaires. Le périderme et l'écorce sont beaucoup plus développés. Cette région ne présente du reste pas de caractère anatomiques particuliers.

Hampe florale. — La hampe florale présente des caractères très différents du rhizome. L'épiderme, qui persiste pendant toute la durée de la hampe, est formé par une couche de cellules un peu collenchymateuses, recouvertes par une cuticule relativement mince. Les lumens sont arrondis ou de section vaguement hexagonale. Ça et là, on constate la présence de stomates normaux, plus petits que les cellules annexes et un peu surélevés au-dessus du niveau de l'épiderme. L'écorce est un peu collenchymateuse sous l'épiderme; elle est du reste épaisse et formée de cellules parenchymateuses lâches et chlorophylliennes. L'assise phlœotermique à grandes cellules contiguës se distingue au premier coup d'œil des couches plus extérieures par l'absence ou la très grande rareté des chromatophores.

Le cylindre central possède une structure très particulière. Les faisceaux libéro-ligneux, au nombre d'environ 20, sont disposés en un cercle unique appuyé contre un cylindre de stéréome compact et continu. Ce cylindre est constitué par le pericycle pour la partie adossée aux faisceaux, par le péricycle et par les rayons médullaires pour les partie sises entre les faisceaux. Ceux-ci présentent dès lors cette particularité que leurs libers respectifs forment des ilôts plongés dans un massif homogène de stéréome et de bois: ils sont en effet adossés à leur face interne contre les vaisseaux extérieurs du bois. Le bois est constitué d'une façon tout autre dans la hampe florale que dans le rhizome. Du côté du liber on trouve quelques gros vaisseaux ouverts, de section polygonale, à ponctuations aréolées allongées horizontalement. Plus à l'intérieur, ce sont des trachées spiralées plus délicates, accompagnées de parenchyme, mais nulle part on ne constate ces trachéides à ponctuations aréolées qui abondent dans le rhizome. Du côté de la moelle, le faisceau fait saillie au moyen d'un endoxyle constitué par quelques cellules parenchymateuses à parois tendre, dans lesquelles sont plongées les trachées initiales pourvues d'anneaux écartés. L'endoxyle scélérifie ses éléments périphériques de façon à être entouré d'une gaine du côté de la moelle. Cette gaîne est formée par des éléments primitivement parenchymateux et non point par des fibres.

La structure du liber, qui est réduit à de minces cordons, ne présente que peu de différence d'avec le rhizome. Les tubes criblés sont larges et

Digitized by Google

pourvus de bonne heure de cals remarquablement gros, très convexes et présentant de nombreuses strics. Les cellules compagnes sont en revanche d'un calibre excessivement faible.

Dans les rayons médullaires, on voit graduellement le stéréome péricyclique passer à un parenchyme sclérifié, qui lui-même perd insensiblement ses caractères du côté de la moelle. Celle-ci est caduque, sauf les régions périphériques qui persistent grâce à la sclérification et à la lignification des membranes.

Les faisceaux étant de bonne heure engagés par leur partie libérienne dans le cylindre stéréique qui limite le cylindre central, il n'y a aucune trace de formations cambiales.

Pétiole. — Le pétiole creusé en gouttière présente deux longues cornes qui ne sont pas nettement différenciées du corps. L'épiderme a les mêmes caractères que dans la hampe florale, à part l'absence presque complète de stomates. L'intérieur de l'épiderme est entièrement occupé par un parenchyme fondamental lâche et incolore qui présente par places quelques caractères spéciaux; ainsi il est collenchymateux à l'extrémité des cornes, et dans l'assise hypodermique, surtout à la face inférieure; il est aussi un peu chlorophyllien dans ces dernières régions.

Un peu au-dessus de l'initiale on constate trois faisceaux dans le pétiole, dont un grand médian et deux petits dans les cornes. Mais dans la partie moyenne, et surtout plus haut, ces faisceaux se divisent de telle sorte que l'on voit habituellement à droite et à gauche de chaque faisceau des cornes un petit faisceau : le total des faisceaux de pétiole est alors de cinq. Tous ces faisceaux ont une constitution semblable, sauf cependant que le médian a une section ± elliptique, tandis que dans les latéraux cette même section est ± circulaire. Vers l'extérieur, le liber est protégé par un épais manteau de stéréome péricyclique, dont les éléments sont nettement lignifiés. Le bois a ses éléments disposés en files régulières qui convergent vers un endoxyle totalement sclérifié et lignifié. Dans les parties de l'endoxyle qui touchent au bois primaire, les cellules sont petites; elles augmentent de calibre au contraire au fur et à mesure que l'on se rapproche du bord extérieur. Sur les flancs du faisceau le stéréome péricycliqne se réunit au stéréome endoxylaire, de façon à envelopper complètement la partie conductrice. Ce dispositif fait vivement ressortir les faisceaux sur le tissu fondamental.

Limbe foliaire. – Le limbe de la feuille du *Brunonia* présente des caractères histologiques curieux. L'épiderme est formé par une seule couche de cellules. Celles-ci ont leur paroi externe plus épaissie

Digitized by Google

que les autres, mais non pas cuticularisée; la cuticule est très mince. Sur certains points, l'épiderme est renforcé, comme tissu aquifère, par la couche du mésophylle sous-jacente, dont les éléments sont alors parfaitement incolores et en contact étroit avec lui. Il semble alors que l'épiderme est multiple, mais sur des sections d'ensemble on voit de suite que ce dispositif n'est réalisé que sur certains points, du reste indéterminés, tandis que sur les autres le chlorenchyme du mésophylle est directement en contact avec l'épiderme. Sur les deux faces, l'épiderme possède des cellules à parois radiales très ondulées et porte, en plus ou moins grande quantité suivant les formes, des poils pluricellulaires unisériés, coniques, ornés de perles cuticulaires.

Les stomates sont également répartis, et en assez grande quantité, sur les deux faces de la feuille. Ils sont entourés de quatre cellules annexes. Les parois incidentes des cellules annexes sont normales aux extrémités de l'ostiole, de sorte que deux des cellules sont accombantes aux flancs, tandis que les deux autres sont incombantes aux extrémités du stomate. Les cellules de bordure sont plus petites, moins hautes que les cellules annexes; elles sont placées dans le plan de l'épiderme ou légèrement surélevées. L'ostiole est pourvu de lèvres très nettes et de deux entrées. Les arêtes opisthodiales sont moins aiguës et moins dessinées que les arêtes eisodiales; néanmoins on les distingue très facilement. Les stomates sont tous pourvus d'une chambre respiratoire ± spacieuse. Somme toute, l'appareil stomatique ne présente donc aucun caractère de xérophilie. Nous allons voir que cette tendance s'exagère encore dans le mésophylle.

En effet, le chlorenchyme qui remplit tout l'espace compris entre les deux épidermes présente un caractère très rare; ses cellules sont en grande partie allongées parallèlement à la surface de la feuille et non point perpendiculairement. Il n'est question ici ni de palissades, ni de cellules spongieuses. Tous les éléments sont en forme de cylindres ou de cubes allongés qui, sur une coupe perpendiculaire au grand axe de la feuille, ont l'apparence de palissades couchées. Du reste, de grands méats aérifères rendent ce parenchyme lâche, sans en altérer la disposition qui reste partout semblable. Au-dessus des grosses nervures, et irrégulièrement entre les nervures, le chlorenchyme a une tendance à redresser ses éléments, mais cela n'est pas constant. Les auteurs ne signalent que fort de peu de plantes ayant un mésophylle organisé comme celui du *Brunonia*[1].

[1] Cfr. Haberlandt, *Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems*

Digitized by Google

Quant aux faisceaux libéro-ligneux, ils sont entièrement plongés dans le mésophylle. Leur structure est du reste la même que dans le pétiole. Le cordon libéro-ligneux est pris entre deux paquets de stéréome, l'un plus gros péricyclique, l'autre plus faible endoxylaire; seulement ces deux paquets ne se rejoignent pas sur les flancs du cordon. Le dernier faisceau du côté du bord de la feuille court parallèlement à ce bord qui est rempli de chlorenchyme et dépourvu de squelette.

Conclusions. — La seule conclusion que l'on puisse tirer actuellement des résultats obtenus, c'est que les caractères anatomiques présentés par le *Brunonia australis* donnent à cette plante une place très spéciale. L'organisation de la hampe et des feuilles mérite en particulier d'attirer l'attention des systématistes. Des recherches ultérieures montreront jusqu'à quel point les caractères du genre *Brunonia* se retrouvent chez les Goodenoviées. L'appareil végétatif du genre *Prunonia* ne montre en tous cas pas les anomalies qui ont été signaliés chez les *Goodenia* par J. Vesque[2]. Les Sélaginacées offrent une organisation sensiblement différente de celle qui vient d'être décrite, mais nos connaissances sur cette famille sont encore si fragmentaires[3] que l'on ne saurait rien avancer d'absolu à cet égard. Il existe des rapports plus manifestes avec les *Gymnandra*, les *Globularia* et certaines Plombaginacées[4]. Cependant ces rapports nous paraissent surtout dus à l'existence d'une hampe florale assez développée, sans trancher la question d'un affinité réelle. Nous espérons pourvoir ultérieurement, par une étude approfondie des Goodenoviées et des Sélaginacées, contribuer à la solution de cet intéressant problème systématique.

*der Pflanzen (Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik XIII B,* ann. 1881); *Physiologische Pflanzenanatomie,* p. 173, ann. 1884.

[2] Vesque, *Note sur l'anatomie du Goodenia ovata* (*Ann. des sc. nat.* 6me sér. III, p. 312 (ann. 1876).

[3] Voy. Kupffender, *Beiträge zur Anatomie der Globulariaceen und Selaginaceen.* Kiel 1891.

[4] Voy. Heckel, *Etude monographique de la famille des Globulariées* (*Ann. de la faculté des sc. de Marseille,* III, 1893, Suppl.); Kupffender, l. c.

Digitized by Google

# II

# NOTE SUR L'HISTOLOGIE DES ORGANES DE VÉGÉTATION DANS LE GENRE *ZOMBIANA*

PAR

**John BRIQUET**

---

Introduction. — En 1870, Bentham a signalé, sans en donner de description, une espèce du genre *Myoporum* comme particulière à l'Afrique tropicale [1]. Cette espèce provenait de l'expédition faite au Niger par Baikie en 1858 et a été publiée par Barter sous le n° 1143. Baillon a érigé cette espèce en un genre particulier de Myoporacées appelé *Zombiana* et l'a décrit sommairement en 1888 [2]. La diagnose et l'interprétation de Baillon ont été reproduites intégralement par M. de Wettstein dans la revision que ce savant vient de faire de la famille des Myoporacées [3].

Désireux de compléter notre monographie des Myoporacées [4] par l'étude de ce genre, nous avons demandé à notre éminent confrère, M. Franchet, de bien vouloir nous communiquer quelques fragments de cette plante pour en faire une étude histologique. Ce dernier, avec l'autorisation de M. le prof. Bureau nous a envoyé deux feuilles et un fragment de tige âgée du *Zombiana africana* Baill., en ajoutant que l'exem-

[1] Bentham, *Flora australiensis,* vol. V, p. 2.

[2] Baillon, *Histoire des plantes,* IX, p. 420, ann. 1880.

[3] R. v. Wettstein, *Myoporaceæ* (dans Engler und Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien,* IV. Teil, Abt. 3*b*, p. 360.)

[4] Briquet, *Recherches anatomiques sur les Phrymacées, Stilboïdées, Chloanthoïdées et Myoporacées* (ouvrage sous presse).

Digitized by Google

plaire du Museum ne se prêtait pas à être découpé davantage[1]. Un rameau jeune était cependant nécessaire pour rendre notre étude quelque peu complète et nous avons pensé que les herbiers de Kew pourraient facilement nous fournir le fragment désiré. M. Baker répondit obligeamment à notre désir en cherchant à Kew le fragment désiré, mais sans succès. Le *Zombiana africana* avait été transporté dans une autre famille. M. Baker a alors attiré notre attention sur un passage du *Genera plantarum* dans lequel Bentham affirme que l'attribution aux Myoporacées d'un type de l'Afrique tropicale est due à une erreur[2]; c'est probablement à la suite de cette observation que le type de M. Baillon a été transféré ailleurs.

Nous devons donc nous contenter de donner le résultat de l'étude des fragments parisiens du *Zombiana africana*, desquels comme on le verra, nous amènent à confirmer l'opinion de Bentham.

Tige secondaire. — L'épiderme, mal conservé, montre des parois externes passablement épaissies. Il est soustendu par un périderme hypodermique à région phellodermique forte de 1-2 assises. — L'écorce est remplie par un parenchyme à éléments polyédriques un peu étirés tangentiellement, dans lequel on ne retrouve pas de chlorophylle. Il n'existe dans cette écorce ni scléréides, ni poches secrétrices d'aucune sorte. L'assise phlœotermique n'est pas différenciée. — Le liber est protégé extérieurement par de nombreuses et assez puissantes colonnes de stéréome péricyclique. Les stéréides sont sclérifiées jusqu'à presque extinction du lumen. Leurs parois sont constitués par cette cellulose à l'état très dense et absorbant difficilement les colorants, dont il a été déjà question plusieurs fois dans nos divers mémoires[3]. Le liber même présente une constitution en tout semblable à celui des Stilboïdées, Chloanthoïdées et Myoporacées. Les îlots criblés sont répartis çà et là dans un massif étendu de parenchyme. — Le bois secondaire diffère beaucoup de celui des Myoporacées. Il est constitué par des éléments très semblables, à parois très faiblement sclérifiées, placés les uns à la suite des autres, avec une très grande régularité; les

[1] Nous saisissons cette occasion pour adresser à M. le prof. Bureau et à M. Franchet nos remerciements bien sincères. L'amabilité extrême avec laquelle ils ont accueilli nos demandes nous a été un précieux encouragement à continuer nos recherches, qui ne peuvent s'exécuter sans le concours des grands berbiers.

[2] Bentham, dans Bentham et Hooker, *Genera plantarum* II, 2. p. 1124 (ann. 1876).

[3] Voy. en particulier : *Etudes sur les Cytises des Alpes maritimes*, p. 93 (dans Burnat, *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes*).

Digitized by Google

parois tangentielles étant disposées comme les bâtons d'une échelle. Ce n'est qu'à la périphérie du cylindre ligneux, là ou une nouvelle couche annuelle commence, que l'on distingue quelques gros vaisseaux qui interrompent la monotonie de l'organisation générale. Indépendamment de ces gros vaisseaux, le passage d'une couche de bois à l'autre est indiqué par la présence, dans le zone limite, de macles d'oxalate de chaux en oursin. Le fragment à notre disposition nous a permis d'obtenir des renseignements sur l'organisation de ce bois au moyen de bonnes sections longitudinales. Les rayons de parenchyme sont unisériés, étroits, à éléments « couchés », hauts de 2-20 étages. Ces éléments contiennent beaucoup d'amidon. Les parois sont pourvues de ponctuations simples. Une grande partie du bois est constituée par des stéréides, mais à parois très peu sclérifiées, à ponctuations un peu élargies au milieu, en forme de trompette, l'entrée ayant toujours l'apparence d'une ganse de boutonnière. Ça et là, les stéréides sont cloisonnées transversalement, mais d'une façon irrégulière ; les membranes transversales sont toujours fort minces. L'appareil vasculaire est constitué par des vaisseaux ouverts et des trachéides. Les vaisseaux et les trachéides sont pouvus de ponctuations aréolées, à contour externe elliptique, à contour interne en forme de fente. — Le bois primaire est très peu abondant, à endoxyle fort peu développé, tendre. La moelle a une section quadrangulaire ; ses éléments sont polyédriques, gros, à parois minces et cellulosiques.

Pétiole. — Le pétiole, dont les bords sont à peine relevés en gouttière, est formé par un parenchyme fondamental un peu collenchymateux. Sous l'épiderme supérieur, ce collenchyme est très net et vient se confondre avec l'endoxyle du faisceau médian. Le faisceau médian est légèrement réniforme ; ses éléments ne présentent rien de nouveau sur ceux de la tige ; le liber est protégé par une couche de collenchyme péricyclique. A droite et à gauche, correspondant aux cornes, on voit un petit faisceau de section presque circulaire. On trouve un peu de chlorenchyme lacuneux sous les épiderme inférieur et supérieur.

Limbe foliaire. — L'épiderme du limbe est caractérisé par le fait que ses cellules sont continuellement soulevées en papilles coniques, dont les jeux de lumière donnent à la surface une apparence brillante. Les cellules sont polygonales, à parois externes minces. Elles entourent habituellement au nombre de 4 les stomates, qui sont surélevés au-dessus du niveau de la feuille et abondants sur ces deux faces. Le mésophylle est centrique. Chaque épiderme est soustendu par 1-2 assises de pa-

Digitized by Google

lissades caractérisées et serrées, sauf sur les points où se trouve un stomate. Entre les deux couches de chlorenchyme, se trouve une assise de parenchyme incolore dont les éléments contiennent, ça et là, d'énormes mâcles d'oxalate de chaux. Les nervures font saillie en dessous; elles sont constituées comme le corps du pétiole. Dans les grosses nervures les collenchymes endoxylaire et péricyclique se rejoignent pour envelopper entièrement le faisceau. Dans les nervilles, les flancs du faisceau sont dépourvus de collenchyme. — Indépendamment des papilles, on voit quelques poils coniques, unisériées, 1-3 cellulaires, à parois médiocres, pourvus vers le haut de perles cuticulaires, et des glandes stipitées, à tête indivise, à adénophore unicellulaire.

Conclusions. — Les caractères que nous venons d'énumérer ne permettent pas de rattacher le genre *Zombiana* aux Myoporacées. Ce genre s'écarte en tous cas par des particularités essentielles de tous les représentants connus de cette famille. L'absence de poches secrétrices est en effet un trait distinctif capital des *Zombiana*. D'autre part, l'absence de liber périmédullaire et la structure du bois suffisent pour les exlure de toute comparaison avec les *Oftia*. S'il est facile de rejeter les *Zombiana* des Myoporacées, il est en revanche très difficile de dire dans quel groupe ils doivent être placés. Cette difficulté est d'autant plus grande que nous ne connaissons pas encore l'organisation et l'apparence anatomique de la tige primaire. A s'en tenir à l'état actuel de nos connaissances, le genre *Zombiana* paraît le mieux se laisser ranger parmi les Verbénacées ou les Sélaginacées.

---

Digitized by Google

# III

## RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR

# L'INFLORESCENCE DES CUPHEA ALTERNIFLORES

(LYTHRARIÉES)

PAR

A. M. BOUBIER

---

### I. L'inflorescence des Lythrariées alterniflores; théories morphologiques destinées à expliquer ses anomalies.

L'inflorescence des Lythrariées alterniflores, et spécialement celle des espèces du genre *Cuphea* appartenant au groupe des *Cupheæ alternifloræ* a déjà fait l'objet de plusieurs discussions morphologiques. Deux théories, exclusivement morphologiques, ont été mises en avant pour expliquer les particularités de cette inflorescence.

Nous nous proposons dans ce travail de montrer par l'anatomie laquelle de ces théories présente le plus de vraisemblance.

Chez les *Cupheæ alternifloræ* (*Cuphea viscosa, C. silenoides, C. platycentra,* etc.) les feuilles sont décussées et dans le vide laissé entre les deux feuilles d'un nœud *n*, se trouvent un pédoncule floral et sa fleur. A l'aisselle d'une des feuilles on voit non pas un bourgeon floral, mais un bourgeon végétatif normal (sans concrescence); l'autre feuille ne porte aucun bourgeon.

[1] Ch. F. Hochstetter, *Ueber Anwachsungen der Blattstiele oder Blattscheiden, Aeste und Blütenstiele verschiedener Pflanzen, mit eingestreuten Bemerkungen über Blattstellung.* (Flora, 1850, p. 182).

Digitized by Google

Hochstetter[1] et Wydler exposèrent les premiers une théorie qui fut reprise et développée par Köhne[2]. D'après cette théorie, le pédoncule floral d'un nœud *n* appartient à l'aisselle d'une des feuilles situées au nœud inférieur (*n*-1), mais ce pédoncule est concrescent avec la tige jusqu'au nœud (*n*). Les fleurs, avec leurs feuilles axillaires dont les aisselles ne paraissent porter aucune espèce de bourgeon par suite de la concrescence du pédoncule floral avec la tige, forment par conséquent le long de cette tige deux lignes longitudinales (orthostiches) éloignées d'environ 90°.

Il en résulte que l'inflorescence est dorsi-ventrale, une des faces portant exclusivement des fleurs, l'autre ne portant que des bourgeons végétatifs. La concrescence du pédicelle floral avec la tige n'est pas spéciale aux *Cuphea*. Elle a été citée pour divers *Solanum*, comme le *Solanum guineense* Lamk. et certains *Asclepias*[3].

Dans ces cas, comme chez *Cuphea*, la théorie de Köhne montre que le pédoncule floral, quoique né à l'aisselle d'une feuille au nœud *n*, se trouve entraîné avec l'entre-nœud de la tige situé au dessus de cette feuille de façon à ne s'en séparer qu'au nœud (*n* + 1).

Barcianu[4], combattant la théorie de Köhne, a émis l'idée que les fleurs des *Cuphea* alterniflores sont terminales et que la tige elle-même est un sympode.

En réponse à cette théorie de Barcianu, Köhne[5] demande « comment on peut concilier la théorie d'une fleur terminale avec la présence de fleurs opposées dont le pédoncule est concrescent avec la tige et qui existent dans tout un groupe de *Cuphea*. »

De plus, Köhne fait remarquer qu'une série de *Cuphea* (*C. lysimachioides*, *C. spermacoce*) ont des feuilles verticillées par 3 et 4 et présentent alors 2 et 3 pédoncules floraux extra-axillaires[6].

[1] H. Wydler, *Ueber die symmetrische Verzweigungsweise dichotomer Inflorescenzen*. (Flora, 1851, p. 371).

[2] E. Köhne, *Berichtigung der von D. P. Barcianu gemachten Angaben über Blütenentwickelung bei den Cupheen*. (Bot. Ztg, 1875 ,p. 17, 18).

[3] Voir Van Tieghem, *Traité de Botanique*, I, p. 351, 1891.

[4] Barcianu, *Ueber die Blütenentwickelung der Cupheen*, in Schenk u. Luerssen, *Mitteilungen aus der Bot*. Bd. II, p. 179, 1875.

[5] Köhne, loc. cit.

[6] Voy. à ce sujet l'exposé général qui a été fait de la morphologie des bourgeons déplacés chez les Lythrariées par Köhne dans son ouvrage *Lythraceæ monographice describuntur* au chapitre *Morphologie der Vegetationsorgane* (dans *Engler's Jahrb.*, V, ann. 1884, p. 129-132).



Digitized by Google

Dans ce dernier cas il est encore plus difficile de comprendre la théorie de Barcianu.

Quant aux indications phyllotaxiques de Barcianu nous ne pouvons que renvoyer aux corrections qui ont été faites à leur sujet par Köhne.

## II. Anatomie de la tige des CUPHEA.

*Structure générale de la tige.* — Dans l'espèce de *Cuphea* qui a servi de type pour ce travail, *C. ignea* Alph. DC.[1], la jeune tige présente les caractères anatomiques suivants.

L'épiderme est simple, faiblement cutinisé. Il porte des poils unisériés à 1, 2 ou 3 longues cellules, à parois peu épaissies et légèrement cutinisées. Ces poils disparaissent avec l'âge.

L'écorce est collenchymateuse du type concave.

L'endoderme est extrêmement net et visible, les points de Caspary sont typiques, c'est-à-dire forment un cadre de plissements le long des faces cellulaires latérales. Au-dessous de l'endoderme, le péricycle donne naissance à un rang de fibres péricycliques.

Assez rapidement, au-dessous des fibres péricycliques, un rang de cellules reprend son activité génératrice pour produire une mince couche de liège qui exfolie tout ce qui est au dehors d'elle, y compris naturellement les fibres péricycliques.

Comme c'est le cas chez les autres Lythrariées, on trouve chez *Cuphea* un liber interne périmédullaire les deux libers sont d'épaisseur à peu près égale.

La moelle est formée de cellules à parois minces contenant beaucoup de petits oursins d'oxalate de chaux que l'on retrouve du reste dans l'écorce.

*Description de la course des faisceaux*[2]. — Dans un entre-nœud *n* la section de la tige d'un *Cuphea* est circulaire ou plus ou moins elliptique, forme qui est reproduite à son intérieur par la stèle.

Celle-ci comprend huit faisceaux plus ou moins intimément réunis par des arcs interfasciculaires.

[1] *Cuphea platycentra* Lem.

[2] Nous avons adopté, pour cette partie de notre travail, le mode de notation et la méthode suivie dans la description de la course des faisceaux, tels qu'ils sont exposés dans l'ouvrage de M. le Dr J. Briquet intitulé : Recherches anatomiques sur les Phrymacées, Stilboïdées, Chloanthoïdées et Myoporacées (sous presse).

Digitized by Google

A l'approche du nœud *n* la section de la tige diffère de plus en plus de ce qui vient d'être indiqué : il se forme une proéminence antérieure, puis des ailes latérales. Dans la proéminence se loge un des faisceaux; c'est un faisceau gemmaire (*G*) que nous appellerons *Ga*.

Dans les deux ailes ou proéminences latérales, très faiblement marquées à leur début, se loge de chaque côté un faisceau foliaire (*F*) destiné à sortir au nœud *n*; ce sont les faisceaux *sortants* (*Fs*) soit *Fsd* et *Fsg* (faisceau sortant de droite et faisceau sortant de gauche).

Sur la face postérieure, vis-à-vis du faisceau gemmaire se trouve un faisceau foliaire destiné à ne sortir qu'au nœud (*n*+*1*). Ce faisceau traverse donc le nœud *n* sans sortir ni dévier de sa position, et ne sort que deux entre-nœuds au-dessus de son point de départ. C'est par conséquent un faisceau *expectant* (*Fe*) que nous appellerons, vu sa position postérieure, *Fep*.

Entre ces faisceaux sortants gemmaires et foliaires et ce faisceau expectant, nous trouvons quatre faisceaux réparateurs (*R*) placés comme suit : 1 entre *Ga* et *Fsd*, soit réparateur droit antérieur (*Rda*); 1 entre

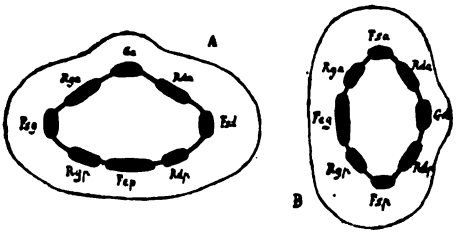



Fig. 1. — Sections transversales schématiques d'une tige de *Cuphea ignea* Alph. DC. prises : A. au nœud *n*. — B. au nœud (*n* + 1). — Pour la signification de la notation des faisceaux, se reporter au texte.

*Fsd* et *Fep*, soit réparateur droit postérieur (*Rdp*); 1 entre *Fep* et *Fsg*, soit réparateur gauche postérieur (*Rgp*); enfin un réparateur gauche antérieur (*Rga*) entre *Fsg* et *Ga*. Nous avons donc 8 faisceaux placés dans l'ordre suivant si l'on va de gauche à droite à partir de *Ga* : *Ga, Rda, Fsd, Rdp, Fep, Rgp, Fsg, Rga,* après quoi l'on retrouve *Ga*.

Au nœud *n* (Fig. 1. A.), *Ga* sort dans le pédoncule floral, *Fsg* et *Fsd* sortent à gauche et à droite dans leurs feuilles respectives. Ces sorties de faisceaux se font très lentement; dans des coupes en séries on voit les faisceaux susnommés s'éloigner peu à peu du corps de la stèle, rompant au bout d'un certain temps les deux bandes libériennes externe



Digitized by Google

et interne, qui au début unissent entre eux les faisceaux de la stèle. Peu concaves vers l'intérieur au commencement de cette sortie, les faisceaux foliaires accentuent bientôt cette forme jusqu'au moment de leur entrée dans les pétioles respectifs. En même temps, les rayons vasculaires qui composent ces faisceaux s'écartent notablement les uns des autres.

Les réparateurs, une fois la sortie des faisceaux effectuée, se modifient plus ou moins vite. C'est le remplacement du faisceau *Ga* qui se fait le plus rapidement, assez rapidement même.

*Rga* et *Rda* se divisent chacun en 2 ou 3 faisceaux plus petits; les parties les plus voisines de ces deux faisceaux viennent alors confluer et se souder sur la face antérieure, réparant la sortie du faisceau *Ga* et donnant naissance à un faisceau foliaire sortant au nœud $(n+1)$ et que nous désignerons comme *Fsa*.

Les faisceaux foliaires se réparent beaucoup plus lentement. Les réparateurs de droite se morcellent un plus grand nombre de fois et plus vite que ceux de gauche. Les parties les plus voisines de ces faisceaux se soudent enfin ensemble sur le milieu de la face de droite pour former un nouveau faisceau gemmaire que nous appellerons *Gd*.

A gauche, un morcellement moindre donne finalement naissance à un faisceau expectant gauche (*Feg*). Le faisceau expectant postérieur (*Fep*) du nœud *n* devient ici le faisceau foliaire postérieur (*Fsp*). Le faisceau qui se rend au bourgeon végétatif axillaire se forme directement au nœud *n*, où il sort, et naît par une racine double s'insérant sur les réparateurs voisins.

Nous avons donc, dans l'entre-nœud $(n+1)$ complètement développé, de nouveau 8 faisceaux, mais disposés un peu autrement qu'au nœud *n*. En partant du faisceau antérieur et en allant de droite à gauche nous avons les faisceaux suivants:

*Fsa, Rda, Gd, Rgp, Fsp, Rgp, Feg, Rga,* à la suite de quoi nous retrouvons *Fsa*.

Au nœud $(n+1)$ (Fig. 1. B.) se remarquent les mêmes sorties et divisions de faisceaux, de sorte qu'à droite *Gd* entre dans le pédoncule floral, tandis qu'antérieurement et postérieurement *Fsa* et *Fsp* entrent dans les pétioles foliaires auxquels ils sont destinés.

*Rga* et *Rda* réparent rapidement dans l'entre-nœud $(n+2)$ la sortie de *Fsa* et forment un faisceau antérieur qui devient ici, comme dans l'entre-nœud *n*, le faisceaux gemmaire *Ga*.

La sortie de *Gd* est réparée par les faisceaux *Rda* et *Rdp* qui donnent un faisceau foliaire, soit *Fsd*. Quant à *Fsp*, sa sortie est ré-

Digitized by Google

parée par *Rgp* et *Rdp* qui donnent naissance à un faisceau expectant, soit *Fep*.

Dans l'entre-nœud $(n+2)$ nous retrouvons par conséquent la même disposition de faisceaux déjà décrite pour l'entre-nœud $n$. Si nous énumérons ici nos huit faisceaux à partir de *Ga*, en allant de gauche à droite, nous aurons :

*Ga, Rda, Fsd, Rdp, Fep, Rgp, Fsg, Rga,* puis de nouveau *Ga*.

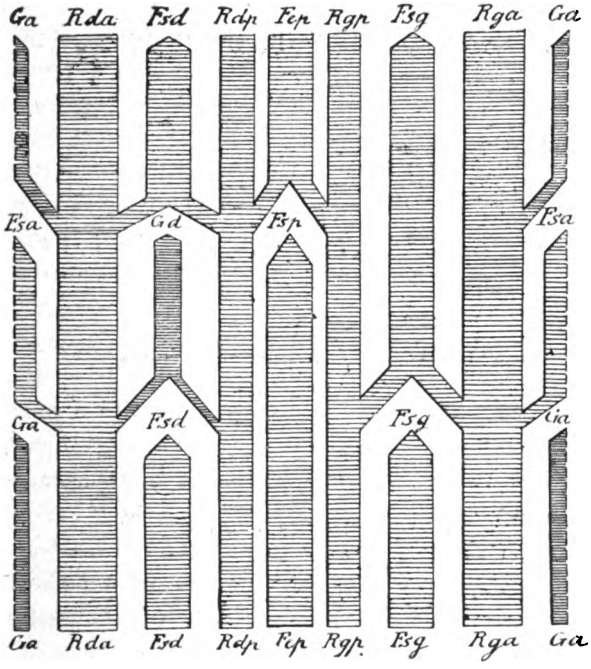



Fig. 2. — Développement de la course des faisceaux dans trois entre-nœuds successifs, soit $n$ $(n+1)$ et $(n+2)$ d'une tige de *Cuphea ignea*. Pour les notations, voir le texte. Les faisceaux gemmaires *G* sont représentés un peu plus foncés que les autres faisceaux.

En résumé (Fig. 2) : *La trace foliaire est unifasciculée; elle se comporte différemment sur la face ventrale et sur la face dorsale de la tige.*

*Sur la face dorsale elle descend deux entre-nœuds pour s'insérer au nœud $(n-2)$ par une racine double sur les réparateurs voisins; les réparateurs ont une course droite, ils donnent alternativement une racine à droite et à gauche.*

*Sur la face ventrale les foliaires descendent un entre-nœud seulement*

Digitized by Google

*pour s'insérer au nœud (n—1) par une racine double sur les réparateurs voisins. Les gemmaires des pédoncules floraux descendent un entre-nœud ponr s'insérer au nœud (n—1) par une racine double sur les réparateurs voisins.*

## III. Conclusions.

M. Van Tieghem[1] a indiqué quatre modes d'attache des bourgeons à la tige mère et à la feuille axillaire. Dans un de ces types (le deuxième) les faisceaux qui se dirigent au bourgeon laissent une trace dans le cylindre central, cette trace parcourant un ou plusieurs entre-nœuds.

D'après M. Le Monnier[2] cette trace est souvent complexe et ne présente pas la même fixité que chez *Cuphea*. En effet, comme M. Vuillemin[3] l'a montré pour la Matricaire, la trace gemmaire est déterminée par la disposition générale des faisceaux et par l'espace qui reste libre entre eux. Les faisceaux du bourgon se réunissent ainsi entre eux plus ou moins bas suivant l'espace laissé libre.

Si l'espace se rétrécit, la trace diminue et peut même disparaître complètement.

Chez les *Cuphea,* au contraire, la trace gemmaire unifasciculée naît par une racine double, sort au nœud suivant et est immédiatement réparée par une racine double s'insérant sur les deux réparateurs voisins.

La course est donc ici parfaitement définie.

Cet exemple montre qu'il faut toujours, pour déterminer une course de faisceaux, employer toute la série des coupes transversales et ne pas se contenter d'une ou deux sections.

La trace gemmaire qui parcourt chez *Cuphea* l'espace d'un entre-nœud fait partie de la stèle, quoique toujours distincte, ainsi que la description de la course des faisceanx l'a montré.

Cette trace est donc concrescente avec les autres faisceaux de la tige.

Cette concrescence est une preuve très forte en faveur de la théorie de Köhne, c'est-à-dire en faveur de l'explication de l'inflorescence des *Cuphea* par concrescence du pédoncule floral avec la tige.

[1] Van Tieghem, *Traité de Botanique*, I, p. 779.
[2] G. Le Monnier, in *Bull. Soc. sc. de Nancy,* séance du 1er avril 1884.
[3] P. Vuillemin, *Tige des Composées*. Paris, Baillière, 1884, p. 150.

Digitized by Google

Voici, du reste comment doit se faire cette concrescence :

Les faisceaux du bourgeon floral, primitivement situé à l'aisselle d'une feuille, se différencient tout d'abord à l'intérieur de ce bourgeon de haut en bas; on y compte une douzaine de pointements primaires.

A ce moment, la croissance intercalaire au lieu de se localiser *au-dessus* du bourgeon, à la base de l'entre-nœud, se produit *au nœud même.*

Il en résulte que le bourgeon floral est peu à peu *entraîné* loin de sa feuille axillaire.

Pendant ce temps, la différenciation des faisceaux gemmaires s'est achevée dans la direction de la tige, de sorte qu'au moment où la croissance intercalaire prend fin, les faisceaux gemmaires sont réunis en un seul gros faisceau. Ce massif unique descend le long de l'entre-nœud jusqu'au nœud inférieur et s'y raccorde au reste de la stèle par une racine double qui s'insère sur les réparateurs voisins.

Le bourgeon floral formé à l'aisselle d'une feuille s'en éloigne donc par croissance intercalaire nodale, ce qui a pour conséquence la concrescence du faisceau gemmaire avec le reste de la stèle, le long d'un entre-nœud tout entier.

L'étude anatomique, que nous venons de faire, en démontrant l'exactitude de la théorie de Köhne, s'éleve en même temps contre la théorie de Barcianu qui veut que la fleur de *Cuphea* soit terminale et la tige un sympode.

Si cette théorie était exacte il faudrait que la stèle tout entière vînt se terminer dans le pédoncule floral, tandis que la tige naîtrait latéralement aux dépens d'un faisceau dérivé de la stèle.

Tout au moins devrait-on constater des anomalies dans le raccord de l'axe « de second ordre » avec le pédoncule floral, ce qui n'est absolument pas le cas.

En résumé : *on trouve toujours dans la stèle de l'entre-nœud situé au-dessous d'un pédoncule floral les éléments fasciculaires de ce bourgeon, de sorte que l'anatomie vérifie entièrement la théorie de Köhne.*

Une dernière question s'est posée à nous dans cette étude, celle des causes possibles de la dorsi-ventralité de l'inflorescence de certains *Cuphea.* Le résultat des expériences relatives à la solution de cette question fera le sujet d'un autre mémoire.

Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique générale de l'Université de Genève, sous la direction de M. le Dr J. Briquet, que nous sommes heureux de remercier pour ses précieux conseils.

---

Digitized by Google

# IV

# VERBENACEARUM NOVARUM DESCRIPTIONES

AUCTORE

**John BRIQUET**

---

## **XEROPLANA** Briq., nov. gen. [1]

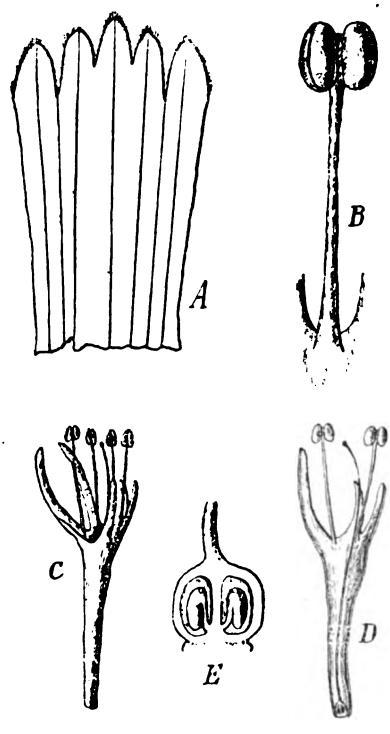
Calix tubulosus, angustus, 5 dentatus, subbilabiatus; labrum constans ex dentibus tribus posterioribus altius connatis; labiolum dentibus anticis liberis constitutum. Corollæ tubus tenuis, cylindricus, superne vix ampliatus, fauce intus ± pilosa; limbus bilabiato-zygomorphus, patens, lobis oblongo-linearibus, angustis, planis; labrum constans ex segmentis duobus, multo longioribus; labiolum lobis brevibus æqualibus tribus anticis constitutum. Stamina 4, subæqualia, fauci inter lobos affixa, exserta; filamenta glabra, erecta; antheræ ovatæ, loculis parallelis distinctis. Ovarium 2 loculare, 2 ovulatum; stylus inter stamina exsertus, apice integer vix capitellatus; ovula a basi loculorum erecta, anatropa. Fructus maturus ignotus. — Suffrutex ramosus, glaber, habitu *Stilbes* vel *Eurylobii*, ericoideus. Folia ternatim verticillata, conferta, linearia, crassiuscula, subtus revoluta. Capitula terminalia, inter folia superiora sessilia. Bracteæ foliis similes; bracteolæ angustæ floribus breviores 2 laterales. Flores ad axillas bractearum solitarii sessiles. Species 1 capensis.

**X. Zeyheri** Briq., sp. nov. — Suffrutex humilis, ramosissimus, ramis fastigiato-ascendentibus, tenuibus, internodiis brevissimis, cortice griseo, ad apicem villosis. Folia minima, linearia, sessilia, dura, subtus omnino revoluta, ericoidea, intus villosa, extus viridia, nitentia,

[1] De ξηρὸς, *aride*, et πλανάομαι, j'erre — qui habite les déserts arides.

Digitized by Google

glaberrima, ternatim verticillata, ad apices ramosum sterilium in fasciculos aliq. villosos (ob caulis indumentum) congesta. Flores apice ramorum fertilium congesti, capitula brevia foliosa constituentes, in axilla folii vix mutati concavi siti, bracteolis duobus lateralibus calice brevioribus præcessi. Calix tubulosus, membranaceus, tubo elongato, glabro vel subglabro, nervis extus haud evidentibus, inæqualiter 5 lobus,




*Xeroplana Zeyheri* Briq. — *A*, calice fendu longitudinalement et développé. — *B*, étamine. — *C*, corolle et organes sexuels vus de profil. — *D*, corolle, coupe longitudinale antero-postérieure. — *E*, section longitudinale de l'ovaire. — Toutes les figures fortement grossies.

labri lobis alte connatis, labioli lobis duobus liberis; lobi ovato-oblongi, violacei, tubo multo breviores, apice obtusi, intus et ad margines villosi. Corolla mediocris calicis os excedens; tubus cylindraceus, angustus, æqualis, apice vix ampliatus, intus superne pilosus, in tubo calicino fere omnino inclusus, extus glaber vel subglaber; limbus patens, inæqualis, labri lobis oblongo-linearibus, elongatis, apice obtusis, 1 nerviis, an-

Digitized by Google

terioribus multo brevioribus cæterum posticis sat similibus. Stamina erecta, exserta, filamentis antherisque glabris. Stylus staminibus vulgo aliquantulum brevior.

Suffrutex circa 12-15 mm. altus. Radix primaria, ut videtur persistens, perpendicularis, lignosa. Internodia media 2-3 mm. alta. Folia 4 mm. longa. Capitula sect. long. 6 × 4-5 mm. Calix 3 mm. longus, tubo 2 mm. alto; labri dentibus sinu 0,6 mm. profundo separatis, labioli dentibus sinu fere 1 mm. alto separatis. Corollæ tubus 4 mm. longus, labri lobis 1,5 mm. altis, labioli lobis vix 1 mm. longis. Stamina corollæ faucem 1,5 mm. excedentia.

In Africa australi (Ecklon et Zeyher, ann. 1833 sub Stilbe sp. nov., n° 8, in herb. Delessert).

*X. Zeyheri* pertinet ad Verbenacearum subfamiliam *Stilbboideæ,* nec sub ullo generum hucusque descriptorum bene militari potest, quare hic pro genere proprio describitur. Primo in schedis speciem *Stilbem Zeyheri* Briq. dixeramus; differt autem *Xeroplana* a *Stilbe* calice pulchre bilabiato, corolla zygomorpha lobis posticis ab anticis valde diversis. *Euthystachys* A. DC., calice bilabiato, corolla actinomorpha et antherarum loculis divergentibus gaudet, quippe qui caracteres generi nostro deficiunt. *Eurylobium* vero corollam bilabiatam demonstrat, sed labrum concavum nec planum, calix æqualiter 5 dentatus et antherarum loculi divaricati confluentes.

## **LIPPIA** Linn. Gen. ed. 1, app. p. 347.

**L. scorodonioides** Kunth in Humb. et Bonpl. *Nov. gen. et spec.* II. p. 260. — Hæc species nobis sub varietatibus tribus sat diversis nota est, quarum notæ diagnosticæ sequuntur :

α. var. **hypoleuca** Briq. = *L. scorodonioides* Kunth, sensu stricto.— Rami floriferi elongati minute pubescentes vel puberuli. Folia elliptica, apice exquisite obtusa, marginibus parum convexis, basi breviter extenuata petiolata, supra rugosa, viridia, pubescentia, non vel vix scabra subtus tomento albo, reticulato prædita, superficie 1,5 — 3 × 1,2 — 1,8 cm.; serratura constans ex crenis rotundatis vel parallelogrammos æmulantibus regularibus quorum culmina infra 1 mm. alta. Spicæ confertissimæ demum aliq. relaxandæ, breves, 1,5 — 2,5 cm. longæ. Calices undique longe pilosi, albescentes. — In Andibus Peruviæ (Dombey n. 259 in h. Delessert) et Boliviæ (Mandon n. 522 in h. Delessert). Specimen Mandonniaum jam ad var. sequentem transit.

Digitized by Google

β. var. **detonsa** Briq., nov. — Rami floriferi quam in var. præcedente magis canescentes. Folia late elliptica, apice obtusa vel rotundata, marginibus convexioribus, basi rotundato-extenuata, tenuiora, supra scabra, utrinque viridia, parce et leviter pubescentia, nervatione reticulescente rugosula, superficie circa 2 × 1,3 cm.; serratura minus regularis quam in var. præcedente. Spicæ jam sub anthesi laxiusculæ, ad 4 et 5 cm. longæ. Calices undique longe pilosi, albescentes. — In montibus Columbiæ (Hartweg n. 1349 in h. Delessert).

δ. var. **Mathewsii** Briq., var. nov. — Rami floriferi abbreviati, puberuli. Folia late elliptica, apice obtusa vel rotundata, marginibus ± convexis, basi extenuata vel rotundato-extenuata, petiolata, supra scabra, utrinque viridia parce et breviter pubescentia, nervatione reticulescente aliq. rugosa, superficie 3 — 4,5 × 2 — 2,5 cm.; serratura irregularis, nervis sæpe in dentes abeuntibus. Spicæ laxiusculæ, valde elongatæ, ad 8 cm. longæ. Calicis patenter (sed minus longe quam in var. præcedentibus) pilosi dentes haud albescentes. — In Andibus Peruviæ (Mathews n. 3160 in h. Delessert).

**L. affinis** Briq., sp. nov. – Frutex ramis albe lignosis, cortice brunneo, apicem versus canescentibus, internodiis mediocribus. Folia opposita, oblonga vel elliptica, apice obtusa vel subrotunda, marginibus parum vel vix convexis, basi in petiolum sat longum extenuata, supra viridia dense glanduloso-punctata, subtus etiam glandulosa sed glandulis tomento raso brevissimo recta et glaucescentia; nervatio simplex, haud prominula; serratura constans in foliis evolutis ex dentibus irregularibus ± distantibus, extus et intus rectiusculis, culminibus acutis vel obtusis. Spicæ elongatæ sat densæ, ad apices ramulorum fasciculatæ, axe dense pubescente, pube glandulis stipitatis commixta. Calix companulatus, sessilis, undique densissime pubescens, nervatione occulta, dentibus brevibus, triangulari-acutis, apice breviter subulatis. Corolla tubo cylindrico apicem versus ampliato dentes calicinales excedente, parva, intus et extus glabra, fauce vix parce pubescente lobis superioribus lateralibusque brevioribus, oblongis, obtusis, antico latiore productiore. Genitalia inclusa vel subinclusa.

Internodia superiora circa 2 cm. longa. Foliorum petioli ad 7 mm. longi, lamina superficie 2-3,5 × 0,8-1,5 cm.; dentium culmines 0,6-1 mm. alti et 2-4 mm. distantes. Spicæ 2,5-5 cm. longæ. Calicis tubus 1,5 mm. longus, dentes 1 mm. longi. Corolla calicis os 3 mm. excedens,

Digitized by Google

tubo 3 mm. longo, lobis superioribus lateralibusque superficie circa 1×1 mm., vel major.

Circa Montevideo (Sello n. 1744 in h. Delessert).

Hæc species verisimiliter a cl. Schaner cum *L. lycioide* Steud. confusa est, nam sub illo nomine locum « Uruguay (Sell. !) » citat. *L. affinis* autem a *L. lycioide* bene differre videtur corolla fauce haud villosa, foliis majoribus dentatis, habitu, et præsertim dentibus calicinis brevibus triangulari-acutis apice breviter acuminatis, nec longe (præcipue post anthesin) setaceo-subulatis hirtis. Veram *L. lycioidem* in speciminibus nostris facile distinctam vidimus e Patagonia et Argentina usque ad Mexico et partes australi-occidentales Civitatum Unitarum.

**L. Pringlei** Briq., sp. nov. — Frutex vel arbor parva, cortice cinereo, ramusculis adpresse et dense cinereo-pubescentibus, sæpe fastigiatis. Folia elongata, oblongo-lanceolata, apice peracuta vel acuminata, basin versus convexiora, basi rotundato-cuneata, petiolo canescente prædita, supra atro-viridia pubescentia, subtus pallide virentia vel cinerea dense tomentello-pubescentia; nervatio pennata, nervis lateralibus nervulis parallele perpendicularibus conjunctis, subtus in parenchymate areolas rectangulares delineantibus, supra paginam magis polygonatim fodientibus; serratura constans ex crenis parvis, crebris, in foliis juvenioribus apice acutis extus gibbis, in foliis adultis magis rotundatis, ubique regularibus. Inflorescentia constans ex paniculis corymbosis capitulorum pulchre pedunculatorum in axilla quaque multorum. Capitula parva, extus bracteis ovato-triangularibus, apice aliquantulum acuminatis, dense pubescenti-cinereis, flores æquantibus ornata, multiflora. Calix parvus, membranaceus, obconicus, extus dense et longe pubescens, bilabiatus, labiis subintegris, rotundatis. Corolla exserta, tubo basi cylindrico apicem versus sensim ampliato, fauce præsertim subtus inflato, limbo obliquo; lobi laterales et superiores subæquales rotundati; lobus infimus oblongo-elongatus, demum recurvo-deflexus, apice rotundatus, magis nervosus; nectarostegium nullum. Stamina inclusa, filamentis antherisque glabris, medium tubi versus inserta. Fructus parvus, siccus, pericarpio duro ex 2 pyrenis secendibus constituto.

Ad 10-15′ alta (ex Pringle). Foliorum petiolus 1-2 cm. longus, lamina superficie 8-20×39 cm., crenarum culminibus 0,5-2 mm. altis et 2-5 mm. distantibus. Capitulorum pedunculi 1,5-4 cm. longi. Capitula sub anthesi diametro 0,5-0,8 cm. Bracteæ exteriores superficie3, 5×3 mm., pulchre nervosæ. Calix tubo 1 mm. longo, labiis sinubus late obtusis

Digitized by Google

0,3-0,4 mm. profundis separatis. Corollæ tubus 3 mm. longus, basi diametro 0,6 mm., fauce 1,3 mm., lobi superiores lateralesque superficie 0,4-0,5 × 0,9 mm., infimus superficie 1,5 × 0,9 mm.

Mexico, in declivibus barrancæ prope Guadalajura (Pringle, Pl. mexic. 1888, n. 1733).

Ab inventore refertur *Lippia* hæc pulcherrima cum dubio ad *L. callicarpæfoliam* Kunth. Hæc species differt autem tobo cœlo capitulis quinquies ad decies majoribus globosis, bracteis magnis crebris membranaceis suffultis. *L. Pringlei* nobis magis cum *L. umbellata* Cav. affinis videtur, quæ capitulis ejusdem forma sed ter majoribus et foliorum forma et nervatione differt.

## CITHAREXYLUM Linn. *Gen.* ed. 5, n. 678.

**C. scandens** Briq. et Spruce, sp. nov. — Frutex aut arbor ut videtur elatus. Folia elliptica, basi rotundata vel rotundato-extenuata, marginibus longius convexiusculis, apice obtusa vel obtusiuscula, breviter petiolata, glaberrima, utrinque viridia, coriacea, supra nitida, valide pinnatim nervata, marginibus recurvulis, juniora minus coriacea tenuiora. Racemi elongati, laxiflori. Flores breviter pedicellati. Calix sub anthesi tubuloso-campanulatus, siccitate nigricans, margine pallidia. ore truncato, sinubus duobus parvis subbilabilatus, labiis integris vel aliquantum erosis; post anthesin patentissime cupuliformis, subglaber. Corolla exserta, cylindrica, subæqualiter sed aliq. oblique 5-loba, lobis rotundatis. Stamina inclusa parte inferiore tertia tubi inserta, filamentis nudis elongatis, basi latis, apicem versus sensim angustatis, intus canaliculatis, antheris oblongis parallelis. Stylus nudus, apice breviter bilobus, staminibus brevior. Drupa succosa, magna, putamine osseo, dipyrena, pyrenis bilocularibus, in calice cupulæformi insidens, sed ab eo haud subtensa.

Planta ex cl. Spruceo scandens. Foliorum petiolus ad 1 cm. longus, lamina superficie 10-15 × 4-5 cm. Racemi ad 9 cm. longi. Pedicelli 1-3 mm. longi. Calix sub anthesi ad 5 mm. longus, post anthesin 3-4 mm. altus et ad 8 mm. latus. Corolla calicis os ad 5 mm. excedens, lobis circa 2 mm. altis et 2-3 mm. latis. Staminum filamenta 5-6 mm. longa, antheræ circa 1 mm. longæ. Drupæ diametro 1-1,3 cm.

Prope Panuri ad Rio Maupès (Spruce n. 2485 in herb. Delessert).

Species habitu et præsertim druparum indole ab omnibus nobis distinctissima.

Digitized by Google

**C. Jurgenseni** Briq., sp. nov.— Frutex ramis subquadrangularibus, glabris. Folia oblongo-lanceolata, apice longissime acuminata, marginibus longe convexis minute crenulatis, basi extenuata, longissime petiolata, utrinque viridia, glabra, aliq. coriacea, tamen tenuia, regulariter pinnatim nervata, in nodis opposita. Racemi longissimi, graciles, scandentes. Flores dissiti, mediocres, breviter pedicellati. Calix cylindricus, subglaber, carnosulus, nervis quinque atrioribus, ore truncatus, margine breviter pilis albis ornatus, minutissime et regulariter quinquedentatus, quasi sinuatus; post anthesin expansus, induratus, irregulariter lobatus. Corolla breviter exserta; tubus cylindricus, superne aliq. ampliatus; limbus expansus, patens, quinquelobus, lobis latis, obovatis, margine crispulis, inferioribus aliq. majoribus, medio latiore emarginato, omnibus ditissime nervosis. Stamina inclusa, filamentis medio vel tertia parte inferiore tubi corollini inserta, antheris oblongis. Stylus staminibus brevior, apice incrassatus, minute bilobus, infra apicem pilis tenuibus ornatus. Drupa succosa, in sicco nigra, calice subtensa, dipyræna, pyrenis bilocularibus, putamine osseo, quam in specie præcedente ter ve quater minor.

Internodia regionis racemigeræ 2-3 cm. longa. Foliorum petiolus 5 cm. longus, limbus 9-10 × 4-4,5 cm. Racemi ad 18 cm. longi axillares, ad apices ramorum crebri. Pedicelli 1-3 mm. longi. Calix sub anthesi 2-2,5 mm. longus, post anthesin 1-2 mm. altus et ad 5 mm. latus. Corolla calicis os 5 mm. excedens, lobis superioribus 1,5 mm. longis, inferioribus ad 2 mm. longis. Staminum filamenta circa 3 mm. longa, antheræ circa 0,7 mm. longæ. Stylus 3 mm. longus. Drupæ diametro ad 5 mm.

In Mexico, haud procul a Trapiche de la Conception, prope Oaxaca (Jurgensen n. 259 in h. Delessert).

Affinis *C. caudato* Sieb., *C. quadrangulari* Jacq. et speciebus vicinis, sed foliorum forma, racemorum indole, calice et corollæ forma cum eis nequaquam confundenda.

**C. Germaini** Briq., sp. nov. — Suffrutex vel herba elata, habitu *Junci*. Caules ramosi, internodiis elongatis, striatis, viridibus, glabris, ad nodos constricti, quasi articulati. Folia ad nodos opposita, parva vel mediocria obovata, apice obtusa, marginibus ± convexis, basi constricta, petiolo brevissimo insidentia, utrinque viridia, glabra, carnosula, pinnatim nervata, grosse et irregulariter crenato-dentata; petioli vaginato-ampliati, vaginis caulem amplectentibus. Spicæ terminales, floribus fere sessilibus, confertis, crebris, haud longis, latis, axibus breviter patenter

Digitized by Google

pilosis. Calix ante anthesin cylindricus, campanulato-tubulosus, breviter patenter pilosus, præcipue versus basin, ore oblique 5 dentato, dentibus triangularibus, quam in præcedentibus speciebus præstantioribus. Corolla exserta; tubus basi cylindricus, apicem versus infra ampliatus, dein sub limbo aliq. contractus; limbus 5 lobus, lobis obovato-rotundatis, superioribus aliq. latioribus marginibus integris. Stamina parte inferiore tertia tubi corollini inserta, inclusa, filamentis nudis, antheris ovoideis, superiora profundius inserta et filamentis brevioribus quam inferiora. Stylus staminibus longior faucem corollæ adtingens, nudus apice incrassatus, obscure bilobus. Fructus desunt.

Internodia media circa 10 cm. longa, diametro 2-3 mm. Nodorum diametrum 1,5-2 mm. Foliorum petiolus cum vagina 2-5 mm. longus, limbus superficie 1,5-2 × 0,8-1 cm.; dentium culmines circa 1,5 mm. alti et 2-4 mm. distantes. Spicæ circa 5-7 mm. longæ. Calix sub anthesi tubo circa 3 mm. longo, dentibus infra 1 mm. longis. Corolla circa 7 mm. calicis os excedens, lobis 1 mm. altis. Staminum superiorum filamenta 1,2 mm. longa, inferiorum circa 2 mm. longa, antheræ circa 1 mm. longæ.

Chili, Cordillières de Maule (Ph. Germain in h. Delessert).

Species hæc florum indole et inflorescentia *C. Berlandieri* Rob. speciei mexicanæ, accedit; differt autem ab omnibus nobis notis speciebus caulibus junceis, foliis carnosulis, basi petiolo vaginali præditis.

## **DURANTA** Linn. *Gen.* ed. 1, app. p. 373.

**D. Benthami** Briq., sp. nov. — Frutex ramosissimus, ramis divaricato-ascendentibus, ± trigonis, undique pilis stellato-ramosis cinerascentibus, robustis, internodiis elongatis. Folia ternatim verticillata vel opposita, obovata, apice obtusa, subito in mucronem parvum acutum contracta, vel retusa, marginibus pulchre convexis, basi in petiolum brevem cinereum extenuata, integra, rugosa, supra nitido-viridia pilis brevibus sparsis ornata, infra dense pilis stellato-ramosis velutina cinereo-viridia, sat magna; nervatio reticulata, nervis infra evidentibus, paginam superiorem areolis laxis fodientibus. Racemi elongati, debiles, apice nutantes, forsan scandentes, axibus cinereis. Flores breviter pedicellati, versus terram spectantes, dissiti. Calix sub anthesi adpresse cinereo-sericeus, cylindrico-tubulosus, 5 costatus, ore truncato, margine regulariter circulari dentes 5 triangulares breves aliq. dissitos ferente; calix fructifer siccus vel parum carnosus, accretus, drupam incomplete invol-

Digitized by Google

vens, extus ± denudatus, Corolla exserta; tubus cylindricus, aliq. incurvus, basi glabrescens, superne leviter ampliatus cinereus; limbus oblique 5 lobus planus, extus intus et fauce cinereo-pubens, lobis superioribus ovato-rotundatis, latioribus, omnibus integris. Stamina paulo infra medium tubi inserta, filamentis elongatis, parce patenter pilosi, antheris oblongis, basi sagittatis. Stylus staminibus brevior, spissus, nudus, apice incrassatus, clavæformi, papillis brevibus densus obtectus, vix 4 lobus. Drupæ succosæ, putamine osseo, tetrapyrenæ, pyrenis bilocularibus, a calice non omnino tectæ, maturitatæ sat magnæ.

Internodia media 4-5 cm. longa. Foliorum petiolus 0,5-1,5 cm. longus, lamina superficie 4-9 × 2,5-5 cm. Racemi ad 20 cm. longi. Pedicelli subanthesi circa 1 mm., maturitate ad 5 mm. longi. Calix tubo sub anthesi 3,5 mm. longo, dentibus 1 mm. altis, post anthesin globosus, maturitate in coccas irregulares secedens. Corolla calicis os 1 cm. excedens, limbo 7 mm. lato, lobis superioribus 2-2,5 mm. latis, inferiore 3 mm. lato, omnibus 2,5 altis. Staminum filamenta circa 4 mm. longa, antheræ 1,5 mm. longæ. Styli columna obtuse leviter 4 gona 4 mm. longa. Drupæ induviatæ maturitate diametro ad 8 mm.

Bolivia : Provincia Larecaja, viciniis Sorata, Queliquaya in nemoribus, alt. 2600 m. (Mandon n° 534 in h. Delessert).

**D. Sprucei** Briq. sp. nov. — Frutex ramosus, ramis divaricato-ascendentibus, breviter et dense ferrugineo-pubens, internodiis elongatis. Folia elliptica vel ovato-elliptica, apice obtusa, leviter demum subito acutiuscula, marginibus longe et regulariter convexis, basi rotundato-extenuata, petiolo cinereo haud longo aucta, supra viridia, breviter et parce pubescentia, subtus breviter adpresse pubescentia, cinerascentia, rigidiuscula, parum rugosa, integra; nervatio pinnata, reticulescens, foliorum juveniorum limbos rugans. Inflorescentia elegans, constans ex racemis ascendentibus in axi brachiatim dispositis; racemis pilis stellato-ramosis brevibus obtectis, glandulis stipitatis commixtis. Flores terram versus spectantes, breviter pedicellati, in gregibus dissitis 2-4 floris conferti. Calix sub anthesi tubulosus, 5 costatus, adpresse sericeo-pubens, apice truncatus, dentes 5 breves acuminatos ferens; post anthesin urceolatus, inflatus, superne constrictus, dentibus pennicillatis. Corolla exserta; tubus cylindricus glaber vel subglaber, infra superne aliq. ampliatus; limbus expansus planus, obliquus, extus, intus et fauce breviter dense et adpresse pubens, 5 lobus, lobis aliq. inæqualiter obovato-rotundatis, integris, superiores latiores apice subacuti, inferiores aliq.

Digitized by Google

minores. Stamina inclusa, filamentis parce patenter pilosellis, antheris oblongis, basi sagittatis. Stylus staminibus brevior, columna nuda, vix obtuse 4 gona vel obscure 8 gona, stigmate clavæformi incrassato, undique papillis crebris densis velutino. Drupæ juveniores calice omnino induviatæ succosæ, putamine osseo, 4 pyrenæ, pyrenis bilocularibus.

Internodia suppetentia 4-6 cm. longa. Foliorum petiolus 1 cm. longus, lamina superficie 6-8 × 3-5 cm. Racemi laterales circa 10 cm. longi. Pedicelli sub anthesi 1-2 mm. post anthesin 3-4 mm. longi. Calix sub anthesi 6 mm. longi, dentibus 1 mm. altis; post anthesin 8-9 mm. longus parum inflatus ad 6-7 mm. latus (in spec. nostris). Corolla calicis os 7 mm. excedens, limbo diametro 7-8 mm.; lobi superiores basi 2,5 mm. longi et 2 mm. lati, medius circa 1,5 mm. longus et 1,5 mm. latus. Staminum filamenta ± 1,5-2 mm. longa, inferiora longiora; antheræ 1,5 mm. longæ. Drupæ juveniores diametro 5 mm.

In Andibus Ecuadorensibus (Spruce n° 5526 in h. Delessert).

Species habitu, foliorum forma et florum indole ab omnibus nobis notis distincta.

## **CALLICARPA** Linn. *Gen.* ed. 5, n. 127.

**C. Pringlei** Briq. sp. nov. — Frutex elatus, ramis robustis, junioribus crasse et candide alto-tomentosis, tomento floccosulo constante ex pilis parvis stillato-ramosis, internodiis suppetentibus elongatis. Folia magna, ovato-elongata, apice longe et anguste accuminata, marginibus præcipue versus limbi partem inferiorem convexioribus, basi rotundato-extenuata, petiolo albo-tomentoso mediocri aucta, supra viridia, nitida, subglabra, fere tantum in canalibus areolas circumdantibus pilis brevibus prædita, infra pulcherrime albo-tomentosa, sat crassa, aliq. coriacea; serratura constans ex dentibus argutis, irregularibus, apice mucronatis, trigonos extus et intus convexiusculos, vel extus et intus concaviusculos constituentibus, margines quasi erodientibus; nervatio pulchre reticulata, infra retem elegantissimum candidum constituens, paginam superiorem fodiens et ibidem areolas parvas polygonales delineans. Cymæ floribundæ, axillares, ramulis albo-tomentosis. Calix parvus, cyathimorphus, viridis, pilis stellatis sparsis obditus, breviter 4 lobus, lobis rotundatis. Corolla subcampanulata, tubo brevi cylindrico, limbo 4 lobo, lobis mediocribus æqualibus rotundatis. Stamina 4, longe exserta, divergentia, distantia, filamentis medium tubi corollini versus insertis nudis, antheris ovatis, dorso præcipue minute glanduloso-punctatis. Stylus longe



Digitized by Google

exsertus, nudus, apice incrassatus, pulchre bilobus, lobis latis, aliq. concavis, quasi cyathimorphus, concavitate intus papillis longis repleta. Fructus desunt.

Internodia suppetentia ad 11 cm. longa. Foliorum petiolus ad 2 cm. longus, lamina superficie 10-16 × 5-8. Cymæ foliis breviores. Pedicelli breves. Calicis tubus 1,2 mm. longus, lobis 0,3 mm. altis et fere 1 mm. latis. Corolla calicis os 2,5 mm. excedens.

Mexico, Tamasopo Canyon, in civitate San Luis Potosi (Pringle n. 3094 in h. Delessert).

Species hæc pulcherrima dubitanter ab auctore refertur ad *C. ferrugineam* Swartz, sed hæc species toto cœlo differt foliis utrinque glabris, subtus glandulis creberrimis aureo-micantibus præditis, limbi forma et crenatura etc. etc. Indumento accedit ad *C. acuminatam* Kunth., sed in hac folia membranacea non rugosa et serratura caracteristica deest. Ob vastimentum crassum, species nostra artificialiter ad divisionem foliorum glandulis occultis referenda est, ubi cum nulla comparari potest.

## **VITEX** Linn. *Gen.* ed. 1, n. 516.

**V. Sprucei** Briq., sp. nov. — Frutex elatus, ramosus, ramis divaricato-ascendentibus, tetragonis, aliq. sulcatis, glabris, internodiis elongatis. Folia sat magna, petiolo longo, glabro prædita, 5 foliolata; foliola oblonga, apice anguste acuminata, marginibus longe convexis, basi rotundato-extenuata, petiolulo parvo glabro insidentia, supra viridia, glaberrima, nitida, subtus viridia, minus micantia, glaberrima, rigida, ± coriacea, integra; nervatio foliorum pinnatim simplex. Inflorescentia constans ex cymis contractis, longe pedunculatis in paniculas terminales collectis; cymarum axes brevissime adpresse pubescentes. Calix campanulatus, breviter pedicellatus, 5 dentatus, dentibus ovatis, acutis, æqualibus. Corolla et genitalia desunt.

Internodia suppetentia ad 10 cm. longa. Petioli 4-8 cm. longi. Foliolorum petiolulus 5-10 mm. longus, limbus superficie circa 12 × 4,5 cm. Calicis tubus 2 mm. longus, dentes 1 mm. longi.

Prope Panuri ad Rio Maupès (Spruce n. 2767).

Speciem hanc nobis in speciminibus incompletis nota hic tamen describimus quod inflorescentia terminalis. Character ille autem speciebus asiaticis idonæus est (Sect. *Agnus-Castus* § *Terminales* Briq.)[1]. Forsan

[1] Cfr. Briquet in Engler und Prantl, *Nat. Pflanzenfam.*, IV, Teil, 3, Abt. *a*, p. 166.

Digitized by Google

in collectionibus aliis exemplaria meliora historiam hujus plantæ emendanda reperientur.

Nomen *V. parvifloræ* in schedulis a cl. Spruce plantæ nostræ datum, servari non potest quod jam *V. parviflora,* species philippinensis omnino diversa a Jussieu olim descripta est.

**V. Hemsleyi** Briq., sp. nov. — Frutex ramosus, ramis ascendentibus, cortice fulvo-griseo, internodiis brevibus. Folia petiolo longo brevissime et adpresse pubescente prædita, 5 foliolata; foliola ovato-elliptica, apice acuminata, marginibus longius convexis, basi rotundato-extenuata, petiolulo mediocri brevissime pubescente aucta, integra, utrinque pallide viridia, sat tenuia, rigidiuscula, glabra; nervatio pinnatim simplex vel reticulescens; petioluli in petiolo corona quinqueloba inserti. Cymæ contractæ, longe pedunculatæ, pedunculo breviter pubescente, axillares. Calix brevissime pedicellatus, campanulatus, extus breviter et adpresse pubescens, subbilabiatus; labrum 3 dentatum, dentibus brevibus, triangulari-ovatis, acutis, sinubus parum profundis separatis; labiolum bilobum, lobis ovatis, latioribus, magis patentibus. Corolla exserta, bilabiata; tubus sat ample cylindricus superne aliq. latior, dein ante limbum leviter constrictus; labrum bilobum, lobis reversis, ovato-rotundatis; labiolum patenti-deflexum, fauce dense villosum, lobis lateralibus ovato-rotundatis, medio majore obovato-rotundatum, marginibus aliq. crispulis. Stamina ascendentia, exserta, filamentis versus medium tubi inserta, superne dense barbata, apice curvula, antheris apicifixis, loculis divergentibus, ideo ob curvationem filamentorum reversis, proterandricis. Stylus nudus, quam stamina brevior, vix exsertus, acute bilobus, post antherarum maturitatem lobos aperiens. Fructus deest.

Internodia media vix 1 cm. longa. Petioli 5-8 cm. longi. Foliolorum petioluli 1-1,5 cm. longi, limbus superficie circa 9×5 cm. Cymarum pedunculi circa 6 cm. longi. Calicis tubus 2,5 mm. longus ; labrum 1,5 mm. longum, dentibus sinubus 0,5 mm. profundis separatis; labioli lobi superficie 5×2 mm. Corolla calicis os circa 4-5 mm. excedens, tubo 5 mm. longo ; labri lobi superficie 2,5×2,5 mm. ; labioli lobi laterales superficie 5×2 mm.. lobus medius maximus, ditissime nervosus, superficie 3×4 mm. Staminum filamenta 5 mm. longa, basi incrassata, antherarum loculi 0,7 mm. longi. Stylus 6 mm. longus, basi adpresse pubens.

Mexico, inter Iuquila et Tutapeque, haud procul ab Oaxaca (Jurgensen n° 68 in h. Delessert).



Digitized by Google

Suspicatur cl. Hemsley[1] — cui speciem hanc pulcherrimam ab omnibus aliis americanis floris organisatione facile distinguendam dedicamus — *Viticem* nostram ex Columbia ortam esse. Sed ob indicationem exactam cl. Jurgenseni vix credimus. — Floret ex schedulis mense Martii.

## **CLERODENDRON** Linn. *Gen.* ed. 1, n. 517.

**C. emarginatum** Briq., sp. nov. — Frutex ramosus, ramis inermibus, brevissime adpresse pubescentibus, internodiis sat brevibus. Folia obovata, apice acute marginata, marginibus rotundatis, basi cuneiformiter in petiolum brevem extenuata, utrinque viridia, glabra, integra, tenuia, herbacea; nervatio pinnatim simplex, haud prominula. Cymæ axillares vel versus apicem ramorum confertæ, sæpius 3 floræ, pedunculatæ, pedicellis elongatis, axibus tenuibus subglabris. Calix obconico-campanulatus, glaber vel subglaber, haud striatus, minute mucroniformiter 5 dentatus. Corolla syphonoidea, tubo tenui, calicis os multoties superante, æquali, fauce tantum aliq. ampliato; limbus subbilabiatus; labri lobi minores obovati; labioli lobi majores patentes obovati. Stamina longissime exserta, basi tubi corollini inserta, filamentis capillaceis glabris, antheris oblongis, versus medium affixis. Stylus capillaceus longissime exsertus, apice minute et acute 2 fidus, glaber. Fructus desunt.

Internodia suppetentia 1-1,5 cm. longa. Foliorum petiolus 2-4 mm. longus, limbus superficie 1,5-2×1,2-1,5 cm., sinus apicalis ad 2 mm. profundus. Calicis tubus 3-4 mm. longus, dentibus 0,5-08 mm. longis. Corolla calicis os 3-3,5 cm. excedens, tubo 3 cm. longo et medio vix 1 mm. lato; labri lobi superficie circa 3×2 mm., labioli lobi superficie circa 5×4 mm. Genitalia corollæ os circa 1,5-2 cm. excedentia.

In America tropica (verisimiliter Mexico) (Ruiz et Pavon in h. Delessert).

Species a cæteris americanis foliorum forma facillime distinguenda.

**C. Bernieri** Briq., sp. nov. — Frutex ramosus, ramis glabris, internodiis superioribus mediocribus. Folia obovato-elliptica, apice obtusa, mucronata, marginibus sat regulariter convexis, basi cuneiformiter in petiolum mediocrem glabrum extenuata, supra et subtus viridia, glabra, tenuia, herbacea, integra vel obscure distanter acute serrata; nervatio

[1] Hemsley, *Biologia centrali-americana*. Bot. II, pag. 540.

Digitized by Google

pinnatim simplex, haud prominula vel vix reticulescens. Cymæ contractæ axillares. Calix campanulato-obconicus, glaber, dentibus lanceolatis acuminatis. Corolla siphonoidea, totius generis longissima, pluripollicaris, tubo cylindrico æquali, sub limbo aliq. contracto; limbus ante anthesin revolutus baculum incurvum simulans, sub anthesi explanatus, subbilabiatus 5 lobus, lobis superioribus duobus angustioribus et minus longis. Stamina exserta, filamentis antherisque ovoideis nudis, in alabastro revoluta. Stylus exsertus, nudus. Fructus desunt.

Internodia suppetentia 4-5 cm. longa. Foliorum petiolus 0,5-1 cm. longus, limbo superfiicie 4-5×2-2,5 cm. Calicis tubus 2 mm. longus, dentes inæquales ad 2 et 2,5 mm. longi. Corolla ad 16 cm. longa, limbo explanato diametro 1-1,2.

In Madagascaria septentrionali (Bernier, 2$^{me}$ coll. n. 196 in h. Delessert).

Species insignis omnium Verbenacearum corollæ tubo longissimo gaudet. Flores verisimillime inter mirabilissima omnium lepidopterophilorum præstant. Cæterum *C. Bernieri* affinis est *C. Siphonantho* R. Br., a quo præter corollam, pulchre differt foliorum et calicis forma. Sola species est madagascariensis e sectione *Siphonantho*.

---

Digitized by Google

# V

# NOTE

SUR LA

# TÉRATOLOGIE DU NARCISSUS RADIIFLORUS Salisb.

PAR

**Georges HOCHREUTINER**

---

Il y a deux ans, j'avais récolté aux Avants, sur Montreux, une fleur anormale de *Narcissus radiiflorus* Salisb. Elle avait attiré mon attention à cause du nombre inusité de ses pétales. Je n'y avais pas attaché grande importance, mais dernièrement en disséquant cette fleur, que j'avais conservée dans l'alcool, j'y observai quelques particularités intéressantes. Non seulement le périgone, mais aussi l'androcée et le gynécée étaient formés d'un nombre de pièces supérieur au chiffre normal. J'en donnerai donc une courte description.

La fleur se compose essentiellement de 9 pièces périgonéales, 9 étamines et 5 carpelles.

Périgone. — Les neuf pièces périgonéales, que nous désignerons par les lettres *A* à *I*, sont imbriquées d'une façon irrégulière, ainsi que l'indique la figure ci-contre. Ces pièces forment entre elles des angles très variables que j'ai mesurés à 1° ou 2° près. Pour celà j'ai retrourné la fleur et, après l'avoir appliquée sur une feuille de papier, en étendant soigneusement les pétales, j'ai mesuré les angles de divergence en superposant simplemeut un rapporteur transparent. Voici les chiffres obtenus :

| | | | |
|---|---|---|---|
| *AB* | 50° | *FG* | 20° |
| *BC* | 38° | *GH* | 40° |
| *CD* | 35° | *HI* | 33° |
| *DE* | 55° | *IA* | 44° |
| *EF* | 45° | | |

Digitized by Google

La coronule a sa forme normale et ne présente aucune solution de continuité.

Androcée. — Les 9 étamines, désignées par les lettres *a-i*, sont à peu près exactement opposées aux pièces du périgone et sont insérées à des hauteurs diverses sur le tube périgonéal. Leurs positions réciproques sont identiques à celles des pièces périgonéales à l'exception d'une seule, *c*, qui devrait être au-dessous de *d* si elle occupait dans l'androcée la même place que la pièce *C* dans le périgone.

Gynécée. — Le pistil a un ovaire formé de 5 carpelles (α, β, γ, δ, ε)

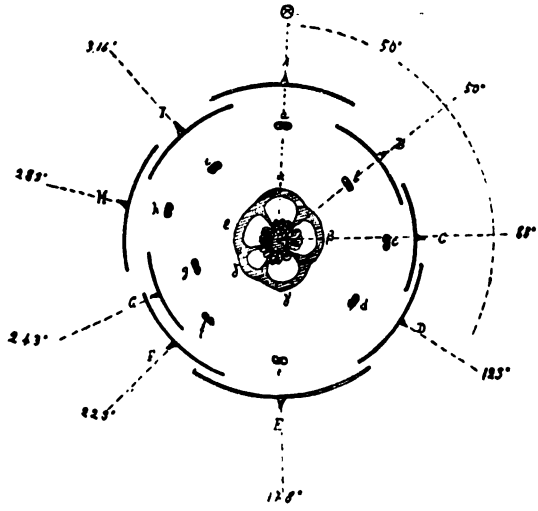


Diagramme d'une fleur monstrueuse de *Narcissus radiiflorus* L. Pour la notation, voir le texte.

dont deux (δ et ε) sont concrescents à leur partie supérieure, c'est à dire que, dans l'ovaire, la cloison qui sépare les loges δ et ε s'arrête brusquement à mi-hauteur de la cavité. De la sorte, l'ovaire est pentaloculaire à sa base et tétraloculaire dans sa partie supérieure. Les ovules sont très nombreux; alors que dans la fleur normale, il n'y en a que deux rangées dans chaque loge, les loges α et γ du pistil anormal en contiennent trois rangées; il en est de même pour la partie supérieure des loges δ et ε qui n'en forment en réalité qu'une seule. Le style est irrégulièrement quadrangulaire et le stigmate tétralobé, à lobes fort inégaux.

Anatomie. — Quelques coupes transversales à travers le pédoncule floral, au-dessus de la spathe, et à travers l'ovaire, nous ont montré les

Digitized by Google

anomalies suivantes, par rapport à l'anatomie d'une fleur normale. Chez cette dernière on peut voir à peu près au centre de la section six gros faisceaux libéro-ligneux rangés en un cercle presque parfait. Des faisceaux plus petits sont dispersés sans ordre dans le parenchyme, extérieurement à ce cercle. Dans la fleur anormale au contraire, le centre de la tige est occupé par dix faisceaux libéro-ligneux rangés en ellipse. Deux d'entre ces faisceaux sont un peu plus petits et légèrement en retrait sur les autres, c'est à dire plus près de la périphérie de la tige. Du reste, les petits faisceaux extérieurs sont aussi irrégulièrement disposés que dans la tige normale, ils sont peut-être un peu plus nombreux.

Des coupes en série à travers le pistil montrent que les placentaires sont au nombre de dix dans la partie inférieure et de huit dans la partie supérieure, et l'on peut se convaincre que les deux placentaires qui ne se continuent pas vers le haut, s'interrompent exactement à l'endroit où cesse la cloison incomplète.

Si nous cherchons à interpréter ce diagramme anormal, la première idée qui se présente à nous est de le considérer comme une tétramérie parfaite avec chorise de la pièce périgonéale (*F G*) et de l'étamine gauche antérieure (*f g*), par suite d'un vide existant dans cette région. C'est à la même cause aussi que l'on pourrait attribuer la naissance d'un cinquième carpelle, mais qui, étant placé au centre, n'a pourtant pas eu assez de place pour se développer normalement; de là concrescence partielle avec son voisin.

On serait d'autant plus enclin à admettre cette manière de voir que l'alternance des verticilles serait ainsi maintenue dans tous les phyllomes, et que l'on connaît déjà de nombreux cas de chorise dans le genre *Narcissus*[1] et quelque cas de polymérie chez *Narcissus pseudo-Narcissus*[2] qui est une espèce voisine du *N. radiiflorus*.

Néanmoins, je crois devoir recourir à une autre interprétation, pour deux raisons. 1° Parce que dans les cas de chorise, les pièces qui résultent du dédoublement sont insérées à la même hauteur sur l'axe floral et par conséquent ne se recouvrent pas[3]. 2° Parce que surtout la

[1] Penzig, *Pflanzenteratologie*. Genua, 1894, p, 389. — Cet auteur cite Masters qui a souvent observé des chorises chez *Narcissus*.

[2] Penzig, l. c., p. 388.

[3] Au besoin on pourrait cependant admettre ce recouvrement de pièces naissant eu même temps: Schumann (*Neue Untersuchungen über den Blütenanschluss*, Leipzig 1890, p. 474) a observé des calices présentant soi-disant une spirale régulière avec préfloraison quinconciale, mais où trois sépales apparaissaient simultanément et ensuite les deux autres simultanément aussi.

Digitized by Google

pièce périgonéale latérale droite, *C*, devrait recouvrir la pièce *D* et non point être recouverte par elle.

Il est vrai que, si nous considérons les étamines, *c* est bien situé plus haut que *d*, mais il n'importe, pour le premier verticille, l'objection reste entière.

Nous ne pouvons pas non plus admettre que nous ayons affaire ici à une fleur double, car dans ce cas-là la coronule est ordinairement altérée[1] dans la forme, souvent même elle disparaît complètement. En outre, ni les carpelles ni les étamines ne sont transformés en pétales; au contraire leur nombre est plus considérable et leur forme normale.

Nous admettrons donc simplement que cette fleur présente un verticille extérieur formé de trois pièces *(A, E, H)* espacées irrégulièrement. Les pièces *A* et *E* formant entre elles un angle de 178°, les pièces *E* et *H* un angle de 105° et les pièces *H* et *A* un angle de 77°; des pièces nouvelles se sont formées où il y avait de la place libre[2] c'est-à-dire : trois pièces entre *A* et *E*; deux entre *E* et *H*; une entre *H* et *A*.

Le même phénomène s'est produit pour les étamines et pour les carpelles; seulement, ces derniers ne formant normalement qu'un seul verticille, le nombre des pièces intercalées est moins considérable. Entre $\alpha$ et $\gamma$ s'est formé une grande loge ($\beta$); entre $\gamma$ et $\varepsilon$, il s'est formé une petite loge qui est incomplète, et entre $\varepsilon$ et $\alpha$ il ne s'en forme aucune. Toutes ces pièces supplémentaires ne seraient pas le résultat de chorises, mais seraient des pièces nouvelles, car elles ne sont pas situées à la même hauteur sur l'axe, autant du moins que l'on peut s'en convaincre d'après une fleur adulte.

Il me reste a faire remarquer, que la cause déterminante de cette anomalie a dû agir tout à fait à l'origine de la formation de la fleur, du pédoncule floral, lui-même, puisque la disposition et le nombre des faisceaux — caractère qui est ordinairement d'une grande fixité — ont été si profondément modifiés.

[1] Penzig, l. c. p., 387.

[2] Schumann, l. c. p. 509 : « In der Morphologie, besonders in der der Blüten ist es vor Allem nötig, die von Hofmeister, Schwendener und Göbel so glücklich eröffneten Bahnen der Untersuchung weiter zu verfolgen. »

Voy. aussi Schwendener, *Mechanische Theorie der Blattstellungen*. Leipzig, 1878, p. 127.

Digitized by Google

# VI

## SUR UN

# HYBRIDE NOUVEAU DE LA FAMILLE DES OMBELLIFÈRES

PAR

**John BRIQUET**

---

### I

Le *Bupleurum ranunculoides* L. et le *Bupleurum longifolium* L. sont deux espèces aussi tranchées morphologiquement qu'elles sont habituellement isolées topographiquement. La première est une plante alpine montant dans nos Alpes souvent bien au delà de 2000 mètres et ne descendant guère au-dessous de 1700 mètres. La seconde est une forme à organes de végétation tout autrement développés; elle ne se trouve pas sur les rochers et dans les pâturages, mais parmi les taillis de 700-1300 mètres, descendant même très bas sur certains points du plateau suisse.

Il est cependant des localités où les deux espèces se rencontrent; ces localités sont situées dans le Jura. A la Dôle, par exemple, le *B. ranunculoides* abonde sur tous les rochers du sommet, formant un élément essentiel de la colonie alpine de cette montagne; il est compris dans une zone qui s'étend à peu près de 1550-1678 m. (sommet). Le *B. longifolium* s'élève dans les taillis et monte avec les petits massifs isolés de *Sorbus Hostii* et *S. Chamæmespilus* jusque vers 1500 mètres. Dans la bande intermédiaire, forte d'une cinquantaine de mètres verticaux, qui sépare les deux espèces, on constate quelques pieds isolés de l'une et de l'autre. C'est parmi ces pieds isolés que nous avons eu la bonne fortune de rencontrer une combinaison hybride correspondant à la formule *Bupleurum longifolium* × *ranunculoides*.

Digitized by Google

Quelques détails sur les caractères morphologiques essentiels des deux *Bupleurum* en question sont ici nécessaires.

Il y a peu de chose à dire sur le *B. longifolium,* cette plante variant fort peu et ne présentant à la Dôle aucun caractère spécial. Ce qui frappe le plus chez cette espèce, c'est la présence de très grandes feuilles séparées par de longs entrenœuds. Le contour général en est oblong. Le plus faible diamètre est situé dans le quart inférieur du limbe; au-dessous de ce point les feuilles s'amplifient pour devenir largement amplexicaules; au-dessus, elles s'amplifient de nouveau graduellement et leurs marges décrivent une ligne longuement convexe. Le sommet serait obtus, s'il ne se rétrécissait subitement en une petite pointe portant elle-même un minuscule mucron. Les feuilles basilaires et les supérieures diffèrent également du type qui vient d'être décrit. Les premières s'atténuent en un long pétiole à la base, tandis que les secondes sont plus courtes et ovées. La nervation des feuilles du *B. longifolium* est très caractéristique. Dès la base du limbe on distingue une nervure médiane principale qui monte jusqu'au mucron apical; de ce tronc médian se détachent, suivant le type penné, de nombreuses nervures latérales, divergeant sous un angle très aigu. Ces nervures latérales sont reliées entre elles par des bras transversaux; les champs ainsi délimités sont garnis par des anastomoses fines qui découpent le limbe en aréoles polygonales. Les variations qu'entraine le niveau sont peu considérables; il convient toutefois de noter que, dans les feuilles supérieures, la prédominance de la nervure médiane s'atténue et que les nervures latérales divergent les unes des autres à peu près du même point, exagérant ainsi ce qui a lieu à la base des feuilles raméales et caulinaires. Les involucelles sont constitués par des bractées très largement elliptiques; à peine plus longues que larges, à nervure médiane prédominante mais à nervures latérales insérées à la base du limbe; ces bractées sont obtuses puis brusquement terminées en pointe au sommet. Les méricarpes du *B. longifolium* sont longs d'environ 5 mm.

Le *B. ranunculoides* est une espèce polymorphe; à la Dôle, sans avoir du reste payé une attention spéciale à cette espèce lors de notre récolte[1], nous en avons observé deux formes. Entrer dans le détail des variétés du *B. ranunculoides* nous mènerait beaucoup trop loin, aussi ne mentionnerons nous ici que les caractères du *Bupleurum* jurassique tel qu'il con-

[1] L'herborisation dans laquelle nous avons observé notre hybride remonte au commencement de septembre 1889.

Digitized by Google

court à former l'hybride. Dans la localité de la Dôle, le *B. ranunculoides* ne dépasse pas 30 cm. et en moyenne 20 cm. de hauteur. Les feuilles basilaires sont longuement lancéolées. Le plus grand diamètre est situé dans le tiers supérieur de la feuille; le sommet est aigu ou obtusiuscule. A la base, le limbe est longuement atténué en pétiole. Les feuilles caulinaires sont lancéolées-acuminées; elles ont au contraire leur plus grand diamètre à la base qui embrasse la tige, mais d'une façon engainante; le limbe n'est pas profondément cordé et amplexicaule à la façon du *B. longifolium*. La nervation de ces feuilles est très différente de celle de l'espèce précédemment étudiée. Il n'y a pas de nervure maîtresse portant des branches secondaires. Le limbe est rectinervié, à nervures à peu près de même force. Ces nervures ne sont point reliées par des anastomoses de 1er et de 2e ordre; les anastomoses sont rares et faibles, et il ne se produit aucune aréolation du mésophylle. Ce n'est que dans les feuilles supérieures voisines de l'involucre que l'on voit ça et là une nervure marginale émettre des anastomoses. Les involucelles dépassent les ombellules. Les bractées varient quelque peu. Dans une des deux formes observées à la Dôle, elles sont largement ovées-elliptiques, obtuses, puis brusquement acuminées au sommet. Dans la seconde forme, les bractées sont plus étroites et plus longuement acuminées au sommet. La nervation des bractées présente les mêmes cacactères que chez le *B. longifolium*. Les méricarpes ne dépassent guère 3 mm. de longueur.

Comme on voit, le *B. ranunculoides* de la Dôle présente les caractères qui ont été attribués par les auteurs à des variétés appelées *B. burserifolium* Schl., *B. angulosum* auct. nonn. (non L.) etc.

Quelques détails biologiques pour en finir avec les caractères des parents. Conformément à la différence d'altitude, le *B. longifolium* fleurit avant le *B. ranunculoides*. A la Dôle, l'anthèse ne devient générale chez le *B. ranunculoides* que quand le *B. longifolium* commence à fructifier. Cette circonstance contribue sans doute à rendre moins fréquents les croisements entre les deux espèces. Un fait qui facilite au contraire ce croisement au plus haut degré, c'est la protérandrie très accusée que manifestent ces deux espèces et qui fait que chez elles l'allogamie est la règle. Enfin, chez le *B. longifolium* les méricarpes, les involucelles et toutes les partie supérieures des rameaux prennent rapidement une coloration violette, qui ne se montre que tardivement et d'une manière beaucoup moins intense chez le *B. ranunculoides*.

Digitized by Google

II

× **Bupleurum Guineti** Briq. (= *B. longifolium* × *ranunculoides*).

Le produit du croisement des *B. longifolium* et *ranunculoides* présente, ainsi que l'on peut s'y attendre avec des parents aussi différents, des oscillations individuelles d'une grande amplitude.

La forme la plus caractéristique du *B. Guineti* rappelle au premier abord le *B. longifolium*. C'est une grande plante, élancée, vigoureuse, cependant un peu moins haute que ne l'est *B. longifolium*. Les feuilles sont séparées par des entrenœuds robustes et allongés. Le contour de ces feuilles est exactement intermédiaire entre celui des espèces ascendantes. Elles sont très grandes et membraneuses comme chez le *B. longifolium*. Le plus grand diamètre est à la base qui est cordé-amplexicaule comme chez le *B. longifolium*. En revanche, les marges convergent longuement et tout droit dès la base en un sommet aigu, comme chez le *B. ranunculoides*. On doit donc qualifier les feuilles de lancéolées. La nervation présente de nouveau des caractères ambigus entre celle des deux parents. On constate de suite la présence du réseau d'anastomoses fines caractéristiques pour le *B. longifolium*, mais les nervures latérales se détachent de la nervure médiane, sous un angle excessivement aigu et sont presque toutes groupées dans la partie inférieure du limbe de sorte qu'elle tendent à se rapprocher du type rectinervié du *B. ranunculoides*. Les involucelles sont très développés et dépassent les ombellules. Les bractées en sont elliptiques-lancéolées, élégamment acuminées au sommet, et reproduisent, en les exagérant même, les caractères de la seconde forme à bractées étroites du *B. ranunculoides*. L'examen du développement des fruits est instructif, comme démonstration de l'origine hybride de la plante en question. Dans certaines ombelles, il se forme des méricarpes qui offrent les caractères des fruits du *B. longifolium*; ça et là cependant, il existe des fruits plus courts, du reste bien conformés, semblables à ceux du *B. ranunculoides*. D'autres ombelles ne portent que des ombellules complètement stériles. Les anthères sont atrophiées, ou ne contiennent presque point de pollen, tandis que les méricarpes se rattatinent et conservent indéfiniment la taille qu'ils avaient au début de l'anthèse. Il existe des ombelles où les ombellules présentent à ces divers points de vue des caractères différents, et aussi des ombellules dont les diverses fleurs offrent un développement très inégal.

Digitized by Google

Le type dont nous venons d'étudier les caractères est sans doute très rare, nous ne nous rappelons pas d'en avoir vu plus d'un ou deux pieds au milieu de quelques pieds clairsemés des espèces ascendantes. La coloration des bractées est moins intense que celle du *B. longifolium;* les rayons sont allongés et arqués. Cette dernière particularité est fréquente chez le *B. longifolium.*

Il existe encore à la Dôle, peut-être moins rares que ceux de la forme précédente, des échantillons beaucoup plus rapprochés du *B. ranunculoides.* Ceux-ci possèdent des bractées larges, obtuses et brièvement rétrécies au sommet, telles que nous les avons décrites chez le *B. ranunculoides,* première forme. Ces bractées ont un coloris automnal nul ou faible et sont réunies en involucelles dépassant à peine les ombellules. Les organes sexuels sont souvent affaiblis ou avortés. Les feuilles se rapprochent beaucoup plus de celles du *B. ranunculoides* que de celles du *B. longifolium.* Cependant, tout en reproduisant la nervation, elles sont beaucoup plus larges, les caulinaires presque obtusiuscules au sommet. Le port de ces échantillons est celui d'un très grand *B. ranunculoides* (30-35 cm.).

C'est, croyons nous, la première fois que l'on signale un hybride dans le genre *Bupleurum.* Cette découverte possède un grand intérêt biologique à cause de l'excessive rareté des produits croisés parmi les Ombellifères. Focke dit en effet de cette famille : « Mehr noch als bei den *Cruciferen* und *Papilionaceen...* gehören bei den *Umbelliferen* Bastarde zu den grössten Seltenheiten »[1]. Des quatre exemples d'Ombellifères hybrides donnés par cet auteur, il n'y a en effet qu'un seul, le *Meum athamanticum* × *mutellina* Christ, qui paraisse être authentique.

Nous dédions cette intéressante plante à notre ami Auguste Guinet, qui a souvent mis à notre disposition son dévouement et ses connaissances bryologiques.

[1] Focke, *Die Pflanzenmischlinge, ein Beitrag zur Biologie der Gewächse,* p 186. Berlin, 1881.

Digitized by Google

# BULLETIN

DU

# LABORATOIRE

DE

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

DE

# L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

PUBLIÉ PAR

**le Dr John BRIQUET**

Directeur du Jardin botanique de Genève,
Conservateur de l'Herbier Delessert,
Privat-docent à l'Université.

---

VOLUME I

No 3.

SOMMAIRE.

M. Tswett, Études de physiologie cellulaire. — Contributions à la connaissance des mouvements du protoplasme, des membranes plasmiques et des chloroplastes. — Avec 1 planche en couleurs.

J. Briquet, Le Laboratoire de Botanique générale à l'Exposition nationale suisse, 1896.

M. Thury, Appareil général de rotation pour les expériences sur le géotropisme et l'héliotropisme. — Avec 2 figures dans le texte.

---

**15 octobre 1896.**

GENÈVE
IMPRIMERIE REY & MALAVALLON
précédemment Aubert-Schuchardt.
1896

Digitized by Google

Pages 123—206 extraites des *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4me pér., t. II;
le reste original.

Digitized by Google

# ÉTUDES

DE

# PHYSIOLOGIE CELLULAIRE

---

**Contributions à la connaissance des mouvements du protoplasme, des membranes plasmiques et des chloroplastes.**

---

DISSERTATION

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

**Michel TSWETT**

Digitized by Google

Digitized by Google

# AVANT-PROPOS

Le mémoire que nous présentons aujourd'hui au public porte sur trois questions de physiologie cellulaire.

Les chapitres consacrés aux *membranes plasmiques* et aux *mouvements du protoplasme consécutifs à la plasmolyse* représentent des contributions à la connaissance de l'organisation de la cellule et de la sensibilité du protoplasme. Ils forment la première partie du mémoire.

La seconde partie est consacrée à une *étude expérimentale sur la structure des chloroplastes d'Elodea.* C'est un essai dans une direction que nous voudrions voir suivie par les chercheurs qu'intéresse la connaissance des chloroplastes.

Nous saisissons ici l'occasion d'adresser l'expression de notre profonde gratitude à toutes les personnes qui nous ont facilité notre travail, soit par leurs conseils ou leurs encouragements, soit en nous prêtant des livres ou des instruments. Ce sont tout particulièrement M. le prof. Thury, directeur du laboratoire de botanique générale de l'Université de Genève, dans l'institut duquel nos recherches ont été exécutées, M. le Dr J. Briquet, directeur du Jardin botanique de Genève, M. Casimir de

Digitized by Google

Candolle, M. le prof. Ch. Soret, M. le prof. Ph.-A. Guye, M. le Dr Al. Claparède.

Nous n'oublierons jamais l'amabilité sans bornes avec laquelle M. C. de Candolle mit à notre disposition les trésors de sa bibliothèque, et toute la bienveillance qu'il nous a témoignée au cours de nos études.

Laboratoire de Botanique générale de l'Université de Genève.
Février 1896.

---

Digitized by Google

# PREMIÈRE PARTIE

**Des membranes plasmiques et des mouvements du protoplasme.**

---

## CHAPITRE I

### LES MEMBRANES PLASMIQUES ET LE SYSTÈME OSMOTIQUE DE LA CELLULE

#### § 1. *Les membranes plasmiques.*

Les recherches de Pringsheim[1], de Nägeli[2] et de de Vries[3] avaient établi que le protoplasme vivant jouit de propriétés diosmotiques spéciales qui le caractérisent nettement par rapport au protoplasme mort et à d'autres colloïdes. Vis-à-vis d'un grand nombre de substances (divers sels neutres, saccharides, matières colorantes) le protoplasme vivant se montre doué d'une perméabilité très limitée ou même pratiquement nulle. Ces substances ne sauraient pénétrer du dehors au dedans, du liquide ambiant dans le protoplasme ou dans ses vacuoles; pareillement elles ne diffusent point du dedans au dehors.

[1] N. Pringsheim, *Untersuchungen u. d. Bau u. d. Bildung d. Pflanzenzelle*, 1851.

[2] C. Nägeli, Primordialschlauch u. Diosmose d. Pflanzenzelle (*Pflanzenphysiologische Untersuchungen von Nägeli u. Cramer*, 1855).

[3] H. de Vries, Sur la perméabilité du protoplasme des betteraves rouges (*Archives Néerlandaises*, VII, 1871).

Digitized by Google

Pfeffer[1] démontra en 1877 que les propriétés en question ne sont pas inhérentes à toute la masse du protoplasme, mais caractérisent ses couches extrêmes, couches qui le limitent soit vers l'extérieur, soit vers la ou les vacuoles. La matière essentiellement vivante, le protoplasme, se trouve ainsi délimitée partout par une sorte de couche tégumentaire qui règle les échanges matériels entre le protoplasme et le milieu[2].

Les membranes plasmiques, dont l'existence est rigoureusement démontrée par les expériences de Pfeffer, sont-elles des membranes morphologiquement différenciées, ou ne sont-elles que des couches moléculaires comme il s'en forme à la limite de liquides hétérogènes? L'observation microscopique ne saurait sans doute trancher la question ; elle nous montre seulement le protoplasme délimité par des couches plus denses, plus hyalines.

On peut cependant par un traitement approprié mettre ces membranes en évidence, les isoler. C'est ce que fit tout d'abord de Vries[3] pour la membrane vacuolaire, le *tonoplaste* (Turgorbildner), comme il l'appelle. M. de Vries observe pendant plusieurs jours des sections microscopiques plongées dans des solutions de sels neutres plus ou moins concentrées. Les protoplastes perdent rapide-

[1] W. Pfeffer, *Osmotische Untersuchungen*, 1877, p. 121; *Pflanzenphysiologie*, 1881, I, p. 38).

[2] Dans le mémoire ultérieur cité plus loin, Pfeffer donne à ces couches le nom général de *Plasmahäute* et distingue la *Hautschicht* (la couche périphérique) et la *Vacuolenhaut*. Nous traduisons ces termes respectivement par ceux de *membranes plasmiques, membrane périplasmique* et *membrane vacuolaire*.

[3] H. de Vries, Zur plasmolytischen Methodik (*Bot. Zeit.*, XLII. 1884, p. 289); Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen (*Pringsh. Jahrb.*, XVI, 1885, p. 465).

Digitized by Google

ment leur intégrité vitale. La membrane périplasmique succombe tout d'abord entraînant la complète désorganisation du protoplasme sous-jacent, à l'exclusion de la membrane vacuolaire, du tonoplaste, lequel persiste avec ses propriétés normales durant un temps plus ou moins long.

L'expérience la plus connue est la suivante. Des filaments de *Spirogyra* sont traités par une solution de nitrate de potassium à 10 °/₀. Les protoplastes se contractent brusquement et se désorganisent; on les voit se colorer vivement en rouge si l'on a pris soin d'ajouter un peu d'éosine à la solution. Cependant le tonoplaste est resté intact; on le voit sous forme d'une vésicule se détachant en clair dans la cellule, car il est imperméable à l'éosine. On peut l'amener à se contracter et à se distendre en variant la concentration du liquide ambiant et déterminer ainsi ses propriétés diosmotiques vis-à-vis de diverses substances.

Partant de ces faits et de celui de la multiplication des vacuoles par division, M. de Vries a été conduit à considérer ses tonoplastes comme des organes autonomes de la cellule, au même titre que les chromatophores ou les nuclei. Tout tonoplaste naît d'un tonoplaste, affirme-t-il, et Went[1] a tenté de le prouver par l'expérience.

Cette théorie, étendue à la membrane périplasmique, constitue l'une des pierres angulaires du système de la « Pangenèse intracellulaire [2]. »

A cette théorie de graves objections furent apportées

[1] F. Went, Die Vermehrung der normalen Vacuolen durch Teilung (*Pringsh. Jahrb.*, XIX, 1888, p. 295).

[2] H. de Vries, *Intracellulare Pangenesis*. Iena, 1889.

Digitized by Google

par Klebs[1]. Le savant biologiste de Bâle montre tout d'abord la faiblesse de la prétendue preuve expérimentale de Went. Se basant sur ses belles recherches concernant la reproduction d'*Hydrodictyon utriculatum*, il montre ensuite comment les zoospores se forment chez cette algue d'une façon tout endogène entre les deux membranes plasmiques, et comment la participation de celles-ci à la constitution de membranes correspondantes dans la zoospore est absolument exclue.

D'autre part les idées de de Vries ont été passées au crible d'une discussion serrée par Pfeffer[2], qui, dans un mémoire d'un intérêt puissant, a exposé ses recherches sur les membranes plasmiques.

M. Pfeffer nie l'autonomie de ces membranes, telle qu'elle est comprise par de Vries. Nul doute qu'elles ne jouissent dans l'organisme cellulaire de fonctions très spéciales : il fut lui-même le premier à le prouver ; mais la spécialisation fonctionnelle n'implique nullement l'autonomie génétique. Il est certain que les vacuoles se multiplient très fréquemment par division, par étranglement. Mais lorsque dans un protoplasme dépourvu de vacuoles on en voit soudain apparaître un grand nombre, prétendre qu'elles se sont développées aux dépens d'ébauches préexistantes quoique absolument invisibles, n'est-ce pas faire un saut dangereux dans le domaine des hypothèses gratuites autant qu'invérifiables ?

[1] G. Klebs, Einige Bemerkungen über die Arbeit von Went (*Bot. Zeit.*, 1890, p. 549) ; Ueber die Vermehrung von Hydrodictyon utriculatum (*Flora*, 1890, p. 351).

[2] W. Pfeffer, Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen (*Abhandl. d. math.-phys. Klasse d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss.* Leipzig, 1890).

Digitized by Google

Tandis que de Vries cherche à expliquer les membranes plasmiques par ce point d'interrogation qu'est l'hérédité, Pfeffer aborde la question de front. C'est dans les propriétés physico-chimiques de la matière vivante qu'il va chercher le pourquoi de la formation des dites membranes. M. Pfeffer a fait sur la formation artificielle des vacuoles des expériences extrêmement ingénieuses. Il met des plasmodes de *Chondrioderma difformis* dans une solution saturée d'asparagine ou de gypse (loc. cit., p. 177), contenant des cristaux de même substance. Après un moment de contraction, les plasmodes reprennent leurs mouvements amœboïdes, au cours desquelles ils englobent de nombreux cristaux. Les plasmodes sont alors transportés dans l'eau pure; les cristaux inclus se dissolvent et l'on constate autour d'eux la formation d'une vacuole, qui se comporte d'ailleurs absolument comme une vacuole normale, pouvant se diviser par étranglement ou même se fusionner avec une vacuole pulsatile (loc. cit., p. 218-220). Elles peuvent être isolées par la méthode de de Vries.

D'autres arguments contre la théorie de de Vries sont empruntés par Pfeffer aux phénomènes de rapide accroissement en surface de la membrane périplasmique[1], aux phénomènes de régénération de la membrane blessée.

L'illustre physiologiste montre en particulier que chez le *Chondrioderma difformis* la connivence des bords de la plaie n'est nullement nécessaire pour la cicatrisation[2]. Il y a néoformation de membrane périplasmique et néofor-

[1] Op. cit., p. 227. Voir aussi *Osmot. Unters.*, p. 131,

[2] La non-nécessité de cette connivence a été également démontrée par Klebs pour *Vaucheria sessilis* (Beiträge zur Physiologie der Planzenzelle. *Unters. a. d. bot. Inst. zu Tubingen,* II, p. 510).

Digitized by Google

mation très rapide. En effet, si le plasmode en expérience est plongé dans une solution d'indigo carmin, on peut s'assurer que le pigment ne pénètre point dans la plaie (op. cit., p. 193).

Nous ne nous appesantirons pas davantage sur le détail des expériences et de l'argumentation de Pfeffer, non plus que sur les idées émises par d'autres auteurs.

Depuis le mémoire fondamental dont nous avons essayé de dégager l'idée maîtresse, les membranes plasmiques n'ont d'ailleurs pas fait l'objet d'une étude spéciale. Un fait intéressant a été mis incidemment au jour par Klemm[1]. Cet auteur a vu dans des cellules de *Tradescantia* soumises à un courant électrique d'induction, la membrane vacuolaire se désorganiser et le protoplasme se résoudre en un certain nombre de vacuoles nageant à l'intérieur de la membrane périplasmique intacte. Cette expérience constitue, pour ainsi dire, le pendant de celles de de Vries sur l'isolement de la membrane vacuolaire.

Nous avons cru nécessaire de résumer dans les lignes qui précèdent les principaux faits, les grandes théories relatifs aux membranes plasmiques, ce domaine de la cytologie n'ayant pas été résumé jusqu'ici en langue française. Dans les chapitres suivants nous apporterons de nouveaux faits intéressant la théorie de ces membranes et nous en ferons alors la discussion.

### § 2. *Le système osmotique de la cellule.*

Constitué comme il a été dit, le protoplasme exerce sur la membrane cellulaire une pression équilibrée par la tension élastique de cette membrane.

P. Klemm, Desorganisationserscheinungen in der Zelle (*Pringsh. Jahrb.*, XXVIII, 1895, p. 652).

Digitized by Google

Cette pression résulte : 1° des forces osmotiques engendrées par les substances dissoutes dans le suc vacuolaire[1] ou dans le protoplasme, 2° des forces d'imbibition de ce dernier.

Par son état d'aggrégation semi-fluide le protoplasme se trouve soumis, en ce qui concerne la transmission des pressions, au principe de Pascal.

Il s'en suit que, si nous faisons abstraction des variations locales et passagères[2], tout élément de surface pris dans l'intérieur du protoplasme exerce et subit une pression égale en intensité à la pression extérieure. Ceci s'applique entre autres à la surface des chromatophores, du nucleus, de la ou des vacuoles.

A considérer les choses de plus près, il faut cependant faire quelques restrictions. Nous n'avons, en effet, dans ce qui précède, pas tenu compte des membranes plasmiques, lesquelles, jouissant d'une constitution particulière, sont le siège de tensions élastiques[3] ; c'est là un fait d'expérience.

Il en résulte que la membrane périplasmique équilibre par sa tension élastique une partie de la pression qu'elle subit de la part du protoplasme et ne transmet à la membrane cellulaire qu'une pression réduite. Un raisonnement analogue s'applique à la membrane vacuolaire.

Si nous désignons par $P$ la pression exercée par la

[1] Nous n'avons pas à faire ici l'exposé de la théorie des pressions osmotiques; à l'heure qu'il est tout biologiste est censé le connaître, au moins dans ses grandes lignes.

[2] De telles variations se présentent sans doute dans le cas de mouvements protoplasmiques.

[3] A l'existence de ces tensions est dû l'arrondissement des protoplastes plasmolysés et des vacuoles isolées et la contraction brusque de ces vacuoles lorsqu'elles viennent à crever.

Digitized by Google

membrane périplasmique sur la membrane cellulaire, par $P'$ la pression exercée par le protoplasme sur la membrane périplasmique, par $P''$ enfin la pression produite par le suc vacuolaire sur la membrane vacuolaire, nous pouvons écrire

$$P < P' < P''.$$

Nous avons lieu de penser que cet excès de pression à l'intérieur est peu considérable. Il ne peut être évalué d'ailleurs que très approximativement. La pression propre exercée par une membrane plasmique serait donnée en chaque point par une formule analogue à celle de Laplace:

$$p = cd\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}$$

$c$ étant la constante de cohésion, $d$ l'épaisseur de la membrane, $R$ et $R'$ les rayons principaux de courbure. Mais les quantités $c$ et $d$ sont des inconnues ; elles échappent à l'expérience et à l'observation.

Se basant sur des évaluations de cohésion du protoplasme de *Chondrioderma*, Pfeffer[1] estime les valeurs $P - P'$ et $P' - P''$ à 0,1 - 0,2 atmosphères. Ces valeurs deviennent d'autant moins négligeables que l'on considère des protoplastes ou des vacuoles de dimensions plus petites; pour une vacuole sphérique de rayon égale à $2\mu$, M. Pfeffer calcule un excès de pression intérieure égal à une atmosphère (op. cit, p. 298).

Une méthode plus directe pour évaluer la tension de la membrane périplasmique consisterait à étudier les variations de volume que subissent les vacuoles isolées par la méthode de de Vries ou par la nôtre (voir chap. III).

[1] W. Pfeffer, Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen (loc. cit., p. 298).

Digitized by Google

# CHAPITRE II

## Mouvements du protoplasme, consécutifs a la plasmolyse

### § 1. *Introduction.*

Les phénomènes remarquables dont l'étude forme la matière de ce chapitre *n'ont été signalés, à notre connaissance du moins, par aucun des auteurs*[1] *qui ont eu l'occasion d'observer des protoplastes soumis à une plasmolyse prolongée.*

Ces phénomènes relèvent de ce que l'on appelle « la sensibilité du protoplasme ». Ils n'ont lieu que dans certaines conditions physiologiques et expérimentales bien déterminées. Ils se peut aussi qu'ils ne se produisent, de façon apparente du moins, que dans certains organismes. Nous nous expliquons donc qu'ils aient jusqu'ici passé inaperçus.

Nos expériences ont porté sur *Elodea canadensis.*

Les feuilles de cette petite Hydrocharitacée se prêtent admirablement bien aux recherches de physiologie cellulaire. Constituées dans la majeure partie de leur étendue par deux strates de cellules, leur minime épaisseur et leur relative diaphanéité permettent de les étudier sans prépa-

[1] Ce sont en particulier : H. de Vries (Plasmolyt. Studien, loc. cit.); G. Klebs (Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle, loc. cit.); Ed. Palla (Beobachtungen ü. Zellhautbildung an des Zellkerns beraubten Protoplasten. *Flora*, 1890, p. 314).

Digitized by Google

ration aucune, et cela même sous les plus forts grossissements. La couche supérieure est constituée par des éléments plus ou moins allongés, suivant l'axe de la feuille et aplatis suivant son plan. Sa couche inférieure se compose de cellules de même nature géométrique et orientation que les précédentes, mais plus allongées et de dimensions plus petites.

La portion basilaire de la feuille est formée de cellules plus grandes que celles des portions apicale et médiane. En hiver, les cellules de cette région ne renferment pas de chloroplastes [1], mais seulement des leucoplastes contenant d'énormes grains d'amidon. Au printemps et en été c'est encore dans cette région basilaire que l'amidon se trouve le plus abondamment, mais les grains en sont plus petits et les leucoplastes sont devenus chloroplastes.

La portion terminale et médiane de la feuille contient en tout temps des chloroplastes nombreux, renfermant ou non, suivant les conditions météorologiques, de petits grains d'amidon. Dans la feuille adulte chaque protoplaste est pourvu d'une grande vacuole, parfois colorée en rose, ce qui peut indiquer une réaction acide [2]. Cette coloration est fréquente au printemps et se trouve alors dans toute l'étendue de la feuille, exception faite de la

[1] Nous employons la terminologie proposée par Strasburger *(chloroplastes, leucoplastes, chromoplastes*, compris dans la dénomination générale de *chromatophores),* terminologie aujourd'hui consacrée par les principaux spécialistes en la matière. En France, on emploie volontiers les termes de *chloroleucites, leucoleucites chromoleucites,* dont le sens a l'inconvénient d'être absurde.

[2] Les feuilles d'*Elodea* renferment de l'acide malique, ainsi que l'a démontré Pfeffer par la méthode des spermatozoïdes. (Voir : Ueber locomotorische Richtungsbewegungen, etc., *Untersuch. aus d. bot. Institut zu Tübingen*, I, p. 414).

Digitized by Google

marge; en d'autres saisons elle est limitée à la portion basilaire de l'organe.

Le liquide vacuolaire jouit d'un pouvoir osmotique assez élevé. La tension osmotique des protoplastes oscille en effet autour d'une valeur correspondant à $KNO_3$ 2,2 °/₀. Elle est maxima dans les cellules de la région basilaire minima dans les cellules marginales.

Dans les feuilles adultes, en l'état « physiologique », dans l'obscurité ou sous la lumière diffuse, la distribution du protoplasme dans la cellule est la suivante:

L'utricule protoplasmique présente son maximum d'épaisseur sur la face morphologiquement supérieure de la cellule, sur laquelle se trouvent rassemblés la plus grande partie du protoplasme, le noyau et les chloroplastes. Ceux-ci sont disposés en ordre serré, en une seule couche, dans la position dite *épistrophe*.

Cette distribution des éléments du protoplasme se modifie facilement sous des influences diverses.

Il suffit, par exemple, de détacher la feuille de la tige pour voir bientôt les chloroplastes et le noyau entraînés par le protoplasme, se porter sur les faces latérales de chaque cellule et se placer dans la position nommée *apostrophe*[1]. Le phénomène débute par une certaine agitation des chloroplastes jusque-là immobiles. Des courants protoplasmiques se constituent, suivant lesquels le plasma et les chloroplastes sont peu à peu drainés, et qui apparaissent dans le champ du miscroscope sous forme de cordons réfringents.

[1] Les termes *épistrophe* et *apostrophe* ont été introduits par Frank, lequel a le premier fait une étude attentive des mouvements des chloroplastes. Voir A. Frank, Ü. die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner u. des Protoplasmas in der Zelle (*Pringsh. Jahrb.*, VIII, 1872, p. 216).



Digitized by Google

Bientôt la face supérieure de la cellule se trouve complètement évacuée. Le protoplasme constitue sur les faces latérales une couche épaisse dans laquelle baignent noyau et chloroplastes. Finalement s'établit la *rotation intracellulaire*, dans laquelle peut être entraîné tout le contenu cellulaire, exception faite de la couche hyaline périphérique.

D'autre part, si l'on soumet la plante à l'action de la lumière solaire directe, ou plus généralement à de brusques et fortes variations dans l'intensité de l'éclairement, on provoque la confluence, l'accumulation des chloroplastes et du protoplasme en un ou plusieurs grumeaux. Cette accumulation des chloroplastes a été nommée par Schimper[1], *systrophe*.

La systrophe se produit aussi dans certaines conditions pathologiques. Nous l'avons constatée par exemple dans des feuilles plongées pendant plusieurs jours dans une solution à 0,5 °/₀ de bichromate de potasse. La systrophe était dans ce cas un symptôme de mort.

## § 2. *Exposé des expériences.*

Lorsque l'on étudie l'action de solutions sur un organisme, deux facteurs principaux sont à considérer : l'action chimique des corps dissous et la pression osmotique qu'ils exercent.

Celle-ci dépend du nombre de molécules dissoutes dans l'unité de volume et de la perméabilité des protoplastes à ces molécules. Lorsque la perméabilité est très

[1] A.-F.-W. Schimper, Unters. ü. d. Chlorophyllkörner u. d. ihnen homologen Gebilde (*Pringsh. Jahrb.*, XVI, 1885, p. 221 et 226).

Digitized by Google

faible (c'est le cas pour la plupart des sels neutres et pour divers saccharides), la pression osmotique de la solution tend vers un maximum que l'on peut appeler son *pouvoir osmotique*. Le pouvoir osmotique [1] d'une solution simple est donné par la formule

$$PV = iR\tau$$

dans laquelle P représente le pouvoir osmotique, V le volume liquide occupé par une molécule-gramme du corps dissous, $i$ le coefficient de dissociation électrolytique identique au coefficient isotonique rapporté à un corps non dissocié (sucres, glycérine, urée, etc.), R une constante théoriquement voisine de celle de l'équation des gaz et qui, suivant les expériences de Pfeffer serait égale à 81,5 (V étant exprimé en centimètres cubes et P en atmosphères), $\tau$ la température absolue.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après les pouvoirs osmotiques des solutions employées dans nos recherches.

Les coefficients $i$ sont déduits des déterminations de conductibilité électrique faites par Kohlrausch et Krannhals et que l'on trouve reproduites dans le tome second du *Lehrbuch* d'Ostwald.

[1] Ce n'est point ici le lieu d'exposer la théorie des pressions osmotiques. Nous renvoyons le lecteur aux écrits classiques de Van t'Hoff (in *Zeitschrift für physikalische Chemie*) et aux ouvrages fondamentaux de Pfeffer (*Osmotische Untersuchungen* 1877), et de de Vries (Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft in *Pringsh. Jahrb.* XIV, 1884; Osmotische Versuche mit lebenden Membranen in *Zeitschr. für physik. Ch.* II, 1888, p. 414). On trouvera un excellent exposé général dans Ostwald, *Lehrbuch der allgemeinen Chemie* et *Grundriss der allg. Chemie.* (Ce dernier ouvrage a paru en traduction française.)

Digitized by Google

Ces coefficients, surtout lorsqu'ils sont déduits par interpolation ou extrapolation (dans le cas où la conductibilité électrique n'a pas été déterminée pour la concentration considérée), sont très aléatoires. Nous croyons

## POUVOIRS OSMOTIQUES

Solutions à la température de 18° C.

| | FORMULE CHIMIQUE | POIDS MOLÉCULAIRE | Concentration en % | Coefficient de dissociation électrolytique. | Pouvoir osmotique en atmosphères. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Anélectrolytes.* | | | | | |
| Glycérine | $C_3H_8O_3$ | 92,035 | 4 | 1 | 10,31 |
| Érythrite | $C_4H_{10}O_4$ | 122,044 | 10 | 1 | 19,43 |
| Glucose | $C_6H_{12}O_6$ | 180,056 | 13 | 1 | 17,12 |
| Mannite | $C_6H_{14}O_6$ | 182,063 | 10 | 1 | 13,03 |
| — | — | — | 15 | 1 | 19,54 |
| Saccharose | $C_{12}H_{22}O_{11}$ | 342,106 | 16 | 1 | 11,09 |
| — | — | — | 17 | 1 | 11,79 |
| — | — | — | 20 | 1 | 13,86 |
| Asparagine | $C_4H_8N_2O_3$ | 132,120 | 9 | 1 | 16,15 |
| *Électrolytes.* | | | | | |
| Azotate de potassium | $KNO_3$ | 101,177 | 2 | 1,78 | 8,34 |
| — | — | — | 2,25 | 1,77 | 9,34 |
| — | — | — | 5 | 1,69 | 19,80 |
| — | — | — | 10 | 1,63 | 38,21 |
| — | — | — | 30 | 1,48 | 104,07 |
| Azotate de sodium | $NaNO_3$ | 85,099 | 5 | 1,70 | 23,69 |
| Sulfate de potassium | $K_2SO_4$ | 174,335 | 5 | 2,13 | 14,49 |
| Sulfate de magnésium | $MgSO_4 + 7aq.$ | 246,488 | 5 | 1,32 | 6,35 |
| — | — | — | 10 | 1,27 | 12,22 |
| Chlorure de sodium | NaCl | 58,51 | 30 | 1,38 | 167,82 |
| — | — | — | 35 | 1,36 | 192,95 |
| Chlorate de potassium | $KClO_3$ | 122,589 | 5 | 1,71 | 16,54 |
| Bromure de potassium | KBr | 119,099 | 3 | 1,85 | 11,05 |
| — | — | — | 5 | 1,82 | 18,12 |
| — | — | — | 6 | 1,81 | 21,62 |
| — | — | — | 10 | 1,76 | 35,05 |
| — | — | — | 58 | 1,65 | 190,59 |
| Ferrocyanure de potassium | $K_4Fe(CN)_6 + 3aq.$ | 422,827 | 5 | 3,03 | 8,50 |
| — | — | — | 10 | 2,90 | 16,27 |

Digitized by Google

cependant qu'ils doivent être employés de préférence aux coefficients fournis par les méthodes cryoscopiques et physiologiques [1], auxquels ils ne cèdent pas en précision.

A. *Solutions salines.*

Nitrate de potassium 5 °/₀ et 10 °/₀
Sulfate de potassium 5 °/₀
Sulfate de magnésium 10 °/₀
Chlorate de potassium 5 °/₀
Bromure de potassium 5 °/₀ et 10 °/₀

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les protoplastes d'une feuille adulte d'*Elodea* exercent sur la membrane cellulaire une pression équivalant en moyenne à $KNO_3$ 2,2 °/₀. L'immersion dans une des solutions indiquées plus haut provoque une plasmolyse d'autant plus énergique que le pouvoir osmotique de la solution est plus élevé.

Les protoplastes se contractent d'abord irrégulièrement, puis s'arrondissent autant que le permet le squelette cellulaire. Dans les cellules qui ne sont pas trop allongées, ils revêtent alors la forme d'ellipsoïdes de révolution tangents à la membrane cellulaire par leurs pôles seulement, dont l'axe coupe normalement le plan de la feuille. Dans les cellules allongées le protoplaste se seg-

[1] De Vries, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft (loc. cit.) et Osmotische Versuche (loc. cit.).

Hamburger, Ueber den Einfluss chemischer Verbind. auf Blutkörperchen (*Du Bois Raymond's Archiv. f. Physiol.*, 1886, p. 476).

Köppe, Eine Methode zur Bestimmung isosmotischer Conzentrationen (*Zeitschr. f. physik. Chemie,* XVI, 1895, p. 261).

Hedin, Ueber d. Bestimm. isosmot. Conz. durch Zentrifugieren von Blutmischungen (*Ibid.*, XVIII, 1895, p. 164).

Digitized by Google

mente ordinairement en deux parties qui s'arrondissent chacune de son côté.

Sous l'action prolongée de l'une quelconque des solutions susmentionnées, les protoplastes subissent de profondes modifications.

En effet, tout le polioplasme [1], y compris le noyau et les chromatophores, s'accumule en un pôle et la vacuole devient fortement excentrique et très nettement visible. (Comp., fig. 1). Le pôle d'accumulation excepté, partout ailleurs les membranes périplasmique et vacuolaire, ou plus exactement les couches hyalines extrêmes semblent entrer en contact intime; le liquide vacuolaire et le liquide ambiant apparaissent séparés par une pellicule simple, homogène. Nous verrons plus loin qu'il faut admettre que les membranes plasmiques conservent leur individualité et se trouvent isolées l'une de l'autre par une couche d'hyaloplasma, dont au microscope elles ne se distinguent pas davantage que dans l'état normal.

Nous pouvons dire des protoplastes ainsi modifiés que le protoplasme y est en *synagie* [2] avec chloroplastes en *systrophe*.

Le pôle de *plasmosynagie* occupe d'ailleurs dans la cellule une position quelconque. La plasmosynagie-systrophe telle qu'elle est représentée dans la fig. 1 est de beaucoup la plus fréquente. Dans d'autres cas elle est moins parfaite et l'on peut voir à la surface de la vacuole des traînées de polioplasme dessiner soit des arborisations partant du pôle de synagie, soit un réseau plus ou moins

[1] Nous entendons ici par *polioplasme* toute la partie proprement circulante du protoplasme. Ainsi entendu, le *polioplasme* comprend de l'*hyaloplasma* comme du *protoplasma granuleux*.

[2] De *συνάγω*, je réunis.

Digitized by Google

lâche. L'on voit aussi fréquemment de petites masses de polioplasme se trouver isolées par ci par là sous forme de petites calottes réfringentes. Elles sont ordinairement reliées par des tractus à la masse principale.

Enfin on trouve toujours un certain nombre de protoplastes qui n'ont pu résister à l'action nocive du liquide plasmolysant et qui gisent informes, désorganisés.

La lumière n'est point une condition nécessaire de la plasmosynagie-systrophe, mais elle en hâte l'avènement. Le phénomène n'est point lié non plus à une pénurie d'oxygène, car il se produit également lorsqu'on entretient dans la solution un vif courant d'air.

En cet état de plasmosynagie-systrophe, les protoplastes persistent jusqu'à la mort, laquelle ne tarde pas à survenir.

La rapidité avec laquelle se déroulent les phénomènes que nous venons de décrire, varie beaucoup avec la saison, avec l'âge de la feuille et dans une même feuille suivant les cellules considérées. La plasmosynagie-systrophe survient généralement au bout de un à trois jours; la mort un ou deux jours plus tard.

Au cours de nos expériences nous avons d'ailleurs plus d'une fois eu l'occasion de constater combien l'action chimique d'une solution dépend de la phase physiologique dans laquelle se trouve l'organisme.

C'est ainsi, par exemple, que les solutions de bromure de potassium à 5 °/₀ et à 10 °/₀ se sont montrées presque foudroyantes à mi-avril, tandis qu'en février et mars, au moment où l'organisme se trouve encore dans la période du repos hivernal, les protoplastes supportaient pendant plusieurs jours l'action de ces solutions.

Digitized by Google

B. *Solutions de substances anélectrolytes.*

Erythrite, 10 °/₀, avec addition de 0,01 °/₀ bichromate de potassium.

Mannite, 10 °/₀ et 15 °/₀.

Glucose, 13 °/₀.

Saccharose, 16 °/₀, 17 °/₀ et 20 °/₀.

Saccharose, 20 °/₀, avec addition de 0,01 °/₀ bichromate de potassium.

Dans les solutions de substances anélectrolytes, les phénomènes protoplasmiques débutent comme dans les solutions salines, par la phase de plasmosynagie-systrophe[1] (fig. 1), laquelle se manifeste ainsi comme un effet des propriétés physiques des solutions, comme une conséquence d'une forte augmentation de la tension osmotique. Mais, à l'inverse de ce qui a lieu dans les solutions salines, les protoplastes ne persistent point dans cet état jusqu'à la mort, laquelle d'ailleurs ne survient qu'au bout de plusieurs semaines et semble déterminée surtout par l'action nocive des microorganismes qui s'établissent dans la culture[2].

Bientôt les mouvements protoplasmiques reprennent

[1] Nous avons observé aussi la plasmosynagie-systrophe dans une solution renfermant 0,36 °/₀ urée, 1,83 °/₀ phosphate d'ammonium et 0,01 °/₀ bichromate de potassium, ainsi que dans de l'urine provenant d'un azoturique et jouissant d'un pouvoir osmotique élevé. Enfin, dans l'asparagine à 93 °/₀ la mort survenait trop rapidement pour que la synagie pût s'accomplir ; elle s'ébauchait cependant.

[2] On éloigne les microorganismes en additionnant la culture d'antiseptiques tels que le chromate (Klebs) ou le bichromate de potassium (Palla). Mais ces substances ne sont pas sans exercer une action nocive sur les protoplastes mêmes que l'on se propose de protéger.

Digitized by Google

avec activité et la plasmosynagie-systrophe entre en regression. Des masses de polioplasme sont projetées en tous sens sous forme de pseudopodes et les chloroplastes sont progressivement entraînés dans ce mouvement[1]. Le polioplasme s'introduit ainsi entre les couches hyalines extrêmes et se distribue tout autour de la vacuole. L'observation de ces mouvements est des plus curieuses. On ne saurait mieux les comparer qu'à ceux d'un plasmode de myxomycète; émission, rétraction de pseudopodes, formation de réseaux, l'analogie est complète.

Parfois de petites masses de polioplasme plus ou moins hyalin ou granuleux se trouvent isolées de la masse principale et se présentent à l'observateur comme de petits flots plus ou moins bien délimités, et par les mouvements propres dont elles sont douées, on pourrait les comparer à des amibes.

Pendant que s'opèrent ces mouvements internes, le protoplaste dans son ensemble subit de continuels changements de forme. Des lobes se forment, des étranglements se constituent qui peuvent conduire à une complète scission du protoplaste.

C'est au cours de ces mouvements que se produit un phénomène bien remarquable :

Dans toutes les solutions indiquées plus haut, on peut observer, au bout de quelques jours, que les protoplastes se sont multipliés par formation, par émission, pourrait-on dire, de globules protoplasmiques. Ces globules sont

[1] Nous décrivons ici les phénomènes sans nous appesantir sur les apparences sous lesquelles ils se présentent au microscope, lesquelles ne sont pas toujours faciles à interpréter. Nous avons surtout en vue dans la présente étude d'attirer l'attention sur cette catégorie de phénomènes.

Digitized by Google

d'autant plus nombreux qu'ils sont plus petits; nous en avons compté jusqu'à quatorze dans une même cellule. Ils sont d'ailleurs complètement indépendants du protoplaste mère ou bien lui sont reliés par des tractus plus ou moins ténus. Ils ne nagent jamais librement dans le lumen cellulaire, mais adhèrent à la membrane cellulaire en un point quelconque.

Les plus simples se présentent comme des vacuoles limitées par une pellicule hyaline homogène. D'autres sont pourvus d'une quantité plus ou moins grande de polioplasme, lequel peut être en synagie (fig. 3), ou bien constitue entre les couches hyalines extrêmes un réseau à mailles parfois très régulières ou bien encore une couche continue. Souvent l'on trouve des chloroplastes dans ces globules, mais nous n'y avons jamais observé de noyau. Nous avons figuré (fig. 2) une cellule renfermant ces globules.

Dans chaque globule, les phénomènes vitaux se poursuivent de façon indépendante. Ainsi que dans le protoplaste mère, on y observe des mouvements internes du polioplasme et le globule n'est point toujours sphérique et revêt souvent les formes les plus bizarres[1] (fig. 4-8).

Les globules prennent naissance, croyons-nous, par un processus de bourgeonnement. Nous avons en effet observé des figures très démonstratives. Toutefois, le nom-

[1] Les variations de forme des protoplastes, qu'il s'agisse de globules ou des protoplastes dont ils sont issus, nous ont toujours paru avoir quelque relation avec la distribution, avec les mouvements du protoplasme. Nous craindrions toutefois de faire une induction hâtive en affirmant que ces mouvements de protoplastes sonts dus à des forces siégeant exclusivement dans le polioplasme.

Digitized by Google

bre parfois considérable de ces globules, leur disposition souvent très régulière sont des points obscurs qui demandent de nouvelles recherches.

Nous jugeons prématuré de faire des hypothèses sur les causes profondes du phénomène.

Qu'advient-il plus tard de ces protoplastes plasmolysés et des globules par eux engendrés? Il vaudrait la peine de l'étudier. On sait que Klebs[1] réussit très bien à cultiver pendant plusieurs semaines des feuilles d'*Elodea* dans des solutions sucrées additionnées de chromate de potassium, et put observer la formation de nouvelles membranes cellulosiques autour des protoplastes plasmolysés. Mais les observations de l'éminent biologiste diffèrent notablement de celles que nous avons exposées. Il n'est point question de plasmosynagie, non plus que des mouvements amœboïdes des protoplastes; ceux-ci, avant de reformer la membrane cellulosique, arrondis jusque-là, revêtent la forme de cylindres à faces terminales bombées et dont l'axe est orienté parallèlement au grand axe de la cellule.

M. Klebs expérimentait en automne (op. cit., explication des planches), tandis que nos expériences ont été faites au printemps (février-avril). Il appert que, suivant la saison, les protoplastes réagissent différemment à la plasmolyse. On voit de quel intérêt serait une étude spéciale de ces phénomènes.

### § 3. *Considérations générales.*

Nous avons, dans les lignes qui précèdent, exposé suc-

[1] G. Klebs, Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle (*Arbeiten des bot. Institut zu Tübingen II*).

Digitized by Google

cinctement les résultats principaux de nos expériences. Nous en tirerons maintenant les conclusions les plus générales.

Nous ne pouvons en effet, quelque nombreuses qu'aient été nos expériences, faire la physiologie complète des phénomènes observés. Nous nous trouvons en présence de questions d'une étude des plus délicates, exigeant de longs mois de recherches spéciales.

La *plasmosynagie-systrophe* que nous avons vu se produire dans toutes les solutions plasmolysantes employées, *se manifeste ainsi comme une réaction de l'organisme cellulaire à une forte augmentation de la tension osmotique.* C'est un phénomène vital, il ne saurait être envisagé comme un effet mécanique direct de la plasmolyse. Il est la conséquence mécanique d'une force d'attraction intraprotoplasmique, induite par le plasmolyse. Par quel mécanisme? Nous l'ignorons aussi bien que nous ignorons la constitution intime de la matière vivante.

Nous croyons inutile de discuter actuellement les hypothèses que l'on peut faire sur la nature de la force en question et sur sa genèse; les matériaux expérimentaux sont insuffisants. Le problème dépasse d'ailleurs de beaucoup le cas considéré. La *plasmosynagie* paraît être, en effet, un mode général de réaction du protoplasme aux irritations les plus variées. *Dans les conditions où nous nous sommes placés, elle s'est produite avec une netteté, avec une perfection toutes particulières et nous avons été à même d'en préciser pour la première fois la notion.*

Cette accumulation, concentration de toutes les parties mobiles, circulantes du protoplaste se produit fréquemment dans les cellules végétales sous l'influence d'une forte et brusque variation dans l'intensité de la lumière

Digitized by Google

incidente, et le phénomène s'est manifesté depuis longtemps aux observateurs par l'accumulation des chloroplastes [1] (*systrophe* de Schimper).

L'accumulation du polioplasme même est très difficile à constater dans des protoplastes non plasmolysés, surtout lorsque les granulations protoplasmiques sont peu abondantes. Le phénomène ne se manifeste qu'à l'observateur accoutumé longuement à ce genre de recherches.

Nous sommes fondé à admettre que dans la plupart des cas où la systrophe a été décrite, *il y avait plasmosynagie concomitante.*

Schimper [2] a vu la systrophe se produire dans des Diotomacées sous l'influence de fortes secousses mécaniques.

Demoor [3] a vu les granulations protoplasmiques s'accumuler autour du noyau dans des cellules de *Tradescantia*, soumises à l'action de l'hydrogène ou de l'ammoniaque. La systrophe a été aussi fréquemment signalée dans des jeunes cellules.

D'un autre côté, des phénomènes analogues en tout point à ceux que nous avons décrits, s'observent facilement chez les Protozoaires, Rhizopodes, où ils ont été particulièrement bien étudiés par Verworn, sur les beaux travaux duquel nous ne pouvons ne pas nous arrêter un instant [4].

[1] Böhm, Borodin, Famintzin, Frank, Stahl, Schimper (Untersuch. ü. d. Chlorophyllkörner in *Pringsh. Jahrb.*, XVI, 1885, p. 210 et suiv. On y trouve la littérature antérieure).

[2] Schimper, *op. cit.*, p. 221, 222.

[3] J. Demoor, Contrib. à l'étude physiol. de la cellule (*Arch. de biologie*, XXI, 1895, p. 188 et suiv.)

[4] Max Verworn, Die physiologische Bedeutung des Zellkerns (*Pflügers Archiv*, LI, 1891); *Die Bewegung der lebendigen Substanz.* Iena, 1891, p. 61; *Allgemeine Physiologie.* Iena, 1895, p. 548.

Digitized by Google

M. Verworn a étudié plus spécialement un Radiolaire de forte taille, l'*Orbitolites complanatus*, dont les pseudopodes peuvent atteindre 15 mm. de longueur. Sous l'influence d'une irritation quelconque, le protoplasme se contracte, se concentre, et les pseudopodes sont rétractés. Vient-on, au moyen d'un instrument tranchant, à isoler un réseau pseudopodique, celui-ci se comporte comme l'organisme intact; ensuite de l'irritation traumatique à laquelle il a été soumis, il conflue en un globule, lequel, cette première phase de contraction passée, émet à son tour des pseudopodes. Cependant, en l'absence du noyau, le fragment isolé ne saurait rester indéfiniment en vie; il finit par rétracter ses pseudopodes et succombe en une dernière phase de contraction.

Si l'on compare ces faits avec ceux que nous avons exposés, on sera frappé de leur parallélisme.

En effet les protoplastes d'*Elodea* subissent ensuite de l'irritation plasmolytique une concentration de protoplasme, dans la mesure que comporte l'organisation spéciale de la cellule végétale. Cette *concentration* a lieu non seulement dans des protoplastes complets, mais aussi dans des fragments dépourvus de noyau. Elle n'est pas définitive; dans le cas où l'action chimique de la solution ne compromet point la vitalité des protoplastes, le protoplasme regagne sa distribution normale. La plasmosynagie est donc, ainsi que nous l'avons avancé, un phénomène de sensibilité, pour parler le langage de la moderne biologie.

Nous n'entreprendrons pas actuellement de pénétrer plus avant dans leur essence. Ajoutons que M. Verworn a imaginé une théorie des mouvements protoplasmiques

Digitized by Google

qui peut rendre parfaitement compte des phénomènes de plasmosynagie.

Les mouvements du protoplasme se résolvent pour lui en deux tendances chimiotropiques principales, dont l'oxygène d'une part, les substances spécifiques émises par le noyau d'autre part, sont l'objectif. Les molécules du protoplasme, dans la constitution chimique desquelles entre un groupement d'origine nucléaire, subissent, sous l'influence des irritations les plus variées, une brusque et abondante décomposition, ensuite de laquelle sont créées de nouvelles affinités pour les substances nucléaires ; d'où tendance à se rapprocher des points où celles-ci se trouvent en plus grande abondance, c'est-à-dire dans l'organisme intact du noyau. Une fois ces affinités satisfaites, la tendance oxychimiotropique reprend le dessus, le protoplasme se porte en conséquence à la périphérie.

Digitized by Google

## CHAPITRE III

### NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR L'ISOLEMENT DES VACUOLES

#### § 1. *Procédé plasmolytique.*

Nous avons défini, dans le chapitre précédent, le phénomène de *plasmosynagie* et indiqué les moyens de le produire. En l'état de plasmosynagie, les protoplastes plasmolysés se prêtent particulièrement bien à l'isolement des vacuoles (tonoplastes). Il suffit de déposer sur le bord de la préparation une goutte d'eau distillée pour voir se produire les phénomènes suivants : Les protoplastes se distendent quelque peu, puis tout à coup la membrane périplasmique saute en quelque point, ordinairement au pôle de systrophe. L'explosion est brusque, énergique ; le protoplasme gonfle fortement et se répand de tous côtés en devenant grossièrement granuleux ; les chromatophores s'y distribuent en désordre. Pendant quelques secondes encore ils présentent des mouvements irréguliers, tandis que les granulations sont animées de vibrations browniennes (?), puis toute agitation cesse, le protoplasme est coagulé.

Quelquefois la vacuole succombe également à l'explosion du protoplaste, mais souvent elle résiste et l'on peut la voir sous forme d'une vésicule claire, d'un fin contour et parfaitement libre (fig. 9). Isolé de cette façon, le tonoplaste conserve un certain temps ses propriétés diosmotiques caractéristiques, comme on peut s'en assurer

Digitized by Google

par l'adduction de colorants (éosine) et par d'autres méthodes employées par de M. de Vries. Sa membrane est élastique, comme on en peut juger par la contraction accusée qu'elle subit lorsqu'il lui arrive de se rompre en quelque point.

Revenons un instant à la membrane périplasmique. Nous avons mainte fois, et dans des liquides plasmolysants divers, observé son explosion, toujours nous l'avons vue se désorganiser dans toute son étendue, même dans la portion du protoplaste où elle semblait entièrement confondue avec la membrane vacuolaire. On peut parfois suivre cette désorganisation de très près; nous avons rencontré par exemple un protoplaste dans lequel la rupture se fit d'abord en un point opposé au pôle de systrophe.

Nous avons pu voir alors la membrane périplasmique, jusqu'à ce moment indiscernable, se rabattre sous forme d'un voile grisâtre, granuleux, tandis que la vacuole légèrement étranglée, sortait par la brèche et devenait libre.

### § 2. *Procédé au ferrocyanure de potassium.*

Les solutions de ferrocyanure de potassium à 5 °/₀ ou à 10 °/₀, exercent sur les protoplastes d'*Elodea* une action rapidement mortelle et y provoquent des phénomènes pathologiques intéressants, tels que le gonflement des chloroplastes, lequel sera étudié en temps et lieu.

La membrane vacuolaire survit à la désorganisation de la membrane périplasmique et du protoplasme sous-jacent et l'on peut plasmolyser encore la vacuole au bout de quelques heures. Lorsqu'elle renferme de l'anthocyane rouge, la teinte vire ordinairement au bleu vert.



Digitized by Google

Nous avons obtenu les meilleurs résultats avec la solution à 5 °/₀ que nous laissions se concentrer lentement en l'abondonnant à l'air libre dans un verre de montre. Au bout de quelques heures les vacuoles se trouvaient contractées, tandis que le cytoplasme était resté généralement en place. Ordinairement il y avait déjà plasmosynagie, de sorte que la vacuole isolée se présentait à l'observation parfaitement à découvert. Nous avons expérimenté aussi avec de jeunes feuilles dans lesquelles chaque protoplaste renferme plusieurs vacuoles ; le procédé s'est montré excellent.

Ces expériences ont été faites au mois d'avril.

### § 3. *Procédé au bioxyde d'hydrogène.*

Ce procédé, très élégant, mais délicat, ne peut guère présenter qu'un intérêt théorique.

Les feuilles d'*Elodea* immergées dans ce liquide donnent lieu tout d'abord à un vif dégagement d'oxygène catalytique [1].

[1] Le pouvoir de catalyser le bioxyde d'hydrogène appartient en général à tout protoplasme vivant, de même qu'à l'ovalbumine non coagulée. Les résultats des expériences que nous avons faites sur de nombreux tissus végétaux ou animaux, nous ont fait augurer une riche moisson de faits intéressants dans ce domaine. Coagulé par les acides minéraux, par l'alcool, le bichlorure de mercure ou par la chaleur, le protoplasme perd instantanément son pouvoir catalysant ; tué par dessiccation ou par plasmolyse violente, il le conserve encore. La catalyse du bioxyde d'hydrogène par la substance vivante, semble avoir été observée pour la première fois par Al. Schmidt (cité par Pflüger, Die physiolog. Verbrennung in den lebend. Organismen [*Pflügers Archiv f. gesammte Physiologie*, X, 1875]). Schmidt observa la décomposition violente du bioxyde d'hydrogène en présence d'érythrocytes sanguins et attribua à tort

Digitized by Google

Au bout de trois à quatre heures ce dégagement se ralentit, les protoplastes se meurent[1]. A ce moment la membrane périplasmique a perdu ses propriétés spéciales, mais la membrane vacuolaire se maintient encore pendant quelques minutes. Si l'on a bien choisi son temps, on peut, par l'adduction de liquide plasmolysant, amener la vacuole à se contracter au milieu de la cellule sous forme d'une vésicule à contour délicat, pendant que le cytoplasme reste en place normale, appliqué contre la membrane cellulaire.

La vacuole ainsi isolée est très instable et ne pourrait se prêter à des essais de quelque durée.

ce phénomène à l'action de l'hémoglobine. Il existe sur ces phénomènes de catalyse par le protoplasme un travail d'ensemble, mais de peu de portée, dû à Bergengruen, un élève de Schmidt (Bergengruen, *Ueber die Wechselwirk. zwischen Wasserstoffsuperoxyd u. verschied. Protoplasmaformen.* Inaug. Diss. Dorpat, 1888), voyez aussi : Pfeffer, Beiträge zur Kenntn. der Oxydationsvorg. in leb. Zellen (*Abh. d. k. s. Ges. d. Wiss,* Leipzig, 1890, XXII, p. 380, 388).

[1] La désorganisation des protoplastes par le bioxyde d'hydrogène, a été étudiée dernièrement par Klemm : Desorganisationsersch. in der Zelle (*Pringsh. Jahrb.* XXVIII, 1890, p. 669).

M. Klemm a expérimenté avec des poils de *Momordica* et des cellules de *Vallisneria*. Après la mort, dit-il, le protoplasme présente une structure fibrillaire ; quant aux chloroplastes, il n'en a pas étudié les modifications.

Digitized by Google

## CHAPITRE IV

### De la nature des membranes plasmiques

L'expérience démontre dans le protoplaste des couches diosmotiquement actives.

L'observation ne les révèle pas.

Le champ des hypothèses est donc ouvert sur la nature de ces membranes.

On peut se les représenter comme des couches moléculaires superficielles, ou bien comme un coagulum, un précipité du protoplasme au contact du liquide ambiant ou interne. On peut supposer encore qu'elles sont une sécrétion du protoplasme. Enfin, on pourra y voir des organes spéciaux de la cellule, des couches morphologiquement différenciées.

La première de ces hypothèses, celle des couches moléculaires, est forte, non par les arguments que l'on peut apporter en sa faveur, mais par l'absence d'arguments contraires décisifs.

L'hypothèse d'une coagulation s'accorde mal avec la plasticité des protoplastes et, d'autre part, il est malaisé de concevoir comment du protoplasme coagulé peut jouir des propriétés diosmotiques que l'on connaît et n'en jouir que durant la vie du protoplaste.

L'hypothèse d'une sécrétion du protoplasme paraît très forte si l'on considère que la sécrétion peut ne pas être extérieure au protoplasme, mais imprégner sa cou-

Digitized by Google

che extrême et lui conférer par là, sa vie durant, certaines propriétés diosmotiques.

La dernière hypothèse, celle d'organes différenciés de la cellule, généralement admise aujourd'hui, tire toute sa force des expériences sur l'isolement des vacuoles, auxquelles M. de Vries a attaché son nom.

Nous avons rappelé, au chapitre premier, les méthodes employées par ce savant, et nous avons exposé, dans le chapitre III, trois méthodes nouvelles. Les couches mises en évidence par tous ces procédés divers ne peuvent être conçues que comme préexistant dans le protoplaste normal, quoique le microscope ne permette pas de les y distinguer.

On peut bien, en effet, comme l'insinue Pfeffer [1], se représenter les membranes ainsi isolées comme limitées par deux couches moléculaires seules diosmotiquement actives, dont l'extérieure dans le cas du tonoplaste, l'intérieure dans celui de la membrane externe, se seraient formées au moment de l'isolement; on n'en est pas moins forcé de reconnaître l'existence, dans le protoplaste normal, de couches matrices des précédentes. De plus, ces couches doivent être conçues comme parfaitement différenciées et ne peuvent être identifiées avec les couches hyalines extrêmes. Ceci ressort de nos expériences sur les protoplastes en état de plasmosynagie. Nous avons vu qu'au pôle opposé à celui de synagie les couches hyalines extrêmes semblent confondues, la vacuole paraissant limitée vers le liquide ambiant par une pellicule simple, homogène. Nous avons vu qu'en déterminant

[1] Pfeffer, Zur *Kenntniss der Plasmahaut*, etc. (loc. cit., p. 190 et suiv.)

Digitized by Google

l'explosion de la membrane périplasmique au pôle de synagie, elle se désorganise dans toute son étendue.

Nous en concluons : premièrement, que les membranes plasmiques, dans la région où elles paraissent confondues, sont séparées par de l'hyaloplasme, et, secondement, qu'elles sont nettement différenciées d'avec cet hyaloplasme.

*L'existence de membranes différenciées limitant le protoplasme est donc démontrée.*

On peut, ainsi que l'a fait de Vries implicitement, et comme nous l'avons fait nous-même au chapitre premier, identifier ces membranes avec les membranes plasmiques. Tout en les désignant sous ce nom, nous laissons ouverte la question de savoir si leurs propriétés diosmotiques sont dues à leurs couches limites, à toute leur masse ou bien encore à une sécrétion.

*Remarque.* — Nous avons, dans cette étude, modifié le sens attaché par Nägeli au terme *polioplasme* et nous avons défini ce dernier : partie circulante, mobile, du protoplaste, l'opposant ainsi aux membranes plasmiques.

Or nous avons montré que pendant la plasmosynagie, si parfaite soit-elle, les membranes plasmiques n'entrent jamais, en aucun point, en contact immédiat, mais restent séparées au moins par une couche d'hyaloplasme. Cet hyaloplasme, qui semble ne pas obéir à la tendance synagique, serait-il immobile par essence et devrions-nous, par là, l'opposer au polioplasme? Nous ne le croyons pas, car le phénomène peut s'expliquer par le jeu des forces moléculaires d'adhésion.

Effectivement, on peut comparer le polioplasme circulant entre les membranes plasmiques à une colonne

Digitized by Google

d'eau que l'on fait passer dans un tube capillaire. On sait que la couche externe du cylindre liquide compris dans le tube adhère à ce dernier et constitue une gaîne liquide immobile. Pareillement peut s'expliquer l'immobilité des des couches extrêmes du polioplasme, étant donné que la membrane périplasmique est nécessairement immobile et que la membrane vacuolaire (laquelle, dans les protoplastes non plasmolysés, est surtout entraînée dans la « rotation » intra-cellulaire) étant appréhendée dans son ensemble par des forces contraires, ne saurait non plus se déplacer.

---

*Principaux résultats de la première partie.*

1. Les solutions fortement plasmolysantes déterminent dans les protoplastes d'*Elodea* l'accumulation du polioplasme (soit partie circulante du cytoplasme) et les plastides y inclus, phénomène qui peut être désigné sous le nom de *plasmosynagie*.

2. *Dans les solutions de substances anélectrolytes ne compromettant pas la vitalité des protoplastes, la plasmosynagie est passagère*, le protoplasme reprend bientôt sa distribution normale.

3. Dans ces mêmes solutions, les protoplastes présentent, durant la seconde phase, des mouvements que l'on peut qualifier d'*amœboïdes* et donnent naissance à de *petits protoplastes incomplets* (globules protoplasmiques).

4. Pendant cette même phase, le cytoplasme se déplace dans l'intervalle des couches hyalines extrêmes à la façon d'un plasmode de Myxomycète (*pseudopodes, mouvements amœboïdes*).

Digitized by Google

5. La plasmosynagie est un phénomène de *sensibilité*, une réaction vitale du protoplasme à l'irritation plasmolytique comme à d'autres irritations.

6. Dans les protoplastes en état de plasmosynagie, *on peut isoler la vacuole en diminuant la concentration du liquide ambiant.* La membrane périplasmique saute, le cytoplasme sous-jacent se désorganise et la vacuole devient libre.

7. On peut encore *isoler la vacuole en faisant agir une solution plasmolysante sur des protoplastes soumis pendant quelques heures à l'action du bioxyde d'hydrogène ou du ferrocyanure de potassium.*

8. Les membranes plasmiques sont des *couches nettement différenciées, des organes de la cellule.*

---

Digitized by Google

# DEUXIÈME PARTIE

**Des Chloroplastes.**

---

## CHAPITRE I

### ETAT PRÉSENT DE NOS CONNAISSANCES SUR LA STRUCTURE DES CHLOROPLASTES. MÉTHODES D'INVESTIGATION

#### § 1. *Coup d'œil historique.*

Signalés pour la première fois en 1791 par Comparetti, les chloroplastes, attirant à juste titre l'intérêt des biologistes, ont fait l'objet de nombreux travaux durant la première moitié de notre siècle[1]. Toutefois l'étude approfondie de ces organites ne date que de 1860, époque à laquelle Sachs[2] démontre dans les chloroplastes, par voie microchimique, la présence d'un substratum protoplasmique,

Grâce à de patientes et méritoires recherches, il est définitivement acquis aujourd'hui, ainsi qu'il ressort du tableau ci-après, que les chloroplastes n'ont point une structure homogène. C'est le seul point sur lequel tout le monde est d'accord. C'est beaucoup et c'est peu.

[1] On trouvera la littérature dans Trécul: Des formations vésiculaires dans les cellules végétales (*Ann. sc. nat.*, 4e série, t. X, 1858).

[2] J. Sachs, in *Flora*, 1860.

Digitized by Google

§ 2. *Théories modernes sur la structure des chloroplastes.*

On n'en compte pas moins de cinq. Les voici esquissées dans leurs grands traits.

I. *Théorie de Pringsheim* [1].

Le chloroplaste est constitué par une charpente albumineuse, « stroma » de structure spongiforme, dont les lacunes sont remplies d'un pigment huileux contenant la chlorophylle.

II. *Théorie de Tschirch* [2]*-Bredow* [3].

Le stroma est spongieux, lacuneux. Le pigment chlorophyllien tapisse les lacunes plutôt qu'il ne les remplit. Le stroma lui-même est incolore.

Se rattachent à cette théorie : Chodat [4] et Frank [5].

III. *Théorie de Schmitz* [6] *et Fromann* [7].

Le stroma est finement spongieux ou réticulé. Le pigment ne remplit ni ne tapisse les lacunes, mais imprègne uniformément la substance du stroma.

[1] N. Pringsheim, Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfuntion (*Pringsh. Jahrb.* XII).

[2] Tschirch, *Untersuchungen über das Chlorophyll.* Berlin 1884.

[3] Bredow, Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren (*Pringsh. Jahrb.* XXI, 1891).

[4] Chodat, Contribution à l'étude des plastides (*Arch. sc. phys. et nat. Genève*, t. XXV, 1891, p. 224).

[5] Frank, *Lehrbuch der Botanik*, t. I, p. 33. Leipsig 1892.

[6] Schmitz, *Die Chromatophoren der Algen.* Bonn 1882; Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren (*Pringsh. Jahrb.* t. XV, 1884).

[7] Fromann, *Beobachtungen ü. Struktur u. Bewegungsersch. des Protoplasmas der Pflanzenzelle.* Iena 1880; *Untersuchungen ü. struckt. Lebenserch. u. Reactionen thierischer u. pflanzlicher Zellen.* Iena 1883.

Digitized by Google

Se rattache à cette théorie : Strasburger [1].

IV. *Théorie de Frank Schwarz* [2].

Le stroma est formé de fibrilles enchevêtrées, imprégnées de pigment et agglutinées par une substance intersticielle également albumineuse, mais moins dense et incolore.

V. *Théorie de Meyer* [3]*-Schimper* [4].

Le stroma est formé par une masse fondamentale incolore, contenant le pigment à l'état de granules (grana) dans lesquels Meyer distingue un substratum également albumineux.

Se rattachent à cette théorie : Berthold [5], Courchet [6], Chmielewski [7], Haberlandt [8], Binz [9].

Les auteurs ou les adeptes de ces théories, dont la première seule n'a plus de défenseur, s'étant appliqués à contrôler les observations de leurs devanciers en étudiant

[1] Strasburger, Ueber den Theilungsvorgang der Zellkerne (*Archiv f. mikr. Anat.* XII, p. 579).

[2] Frank Schwarz, Die morpholog. u. chem. Zusammensetz. d. Protoplasmas (*Cohns Beiträge zur Biologie*, V, 1887).

[3] A. Meyer, *Das Chlorophyllkorn.* Leipzig 1883; Kritik der Ansichten von Frank Schwarz über die Struktur und Chemie der Chlorophyllkörner (*Bot. Zeit.* 1888, p. 636-640); *Untersuchungen ü. d. Stärkekörner.* Iena 1895.

[4] Schimper, Untersuchungen ü. die Chlorophyllkörner. (*Pringsh. Jahrb.* XVI, 1885).

[5] Berthold, *Studien ü. Protoplasmamechanik.* Leipsig 1886.

[6] Courchet, Sur les chromoleucites des fruits et des fleurs (*Bull. Soc. bot. de France*, VIII, 1886) ; Recherches sur les chromoleucites (*Ann. sc. nat.*, 7e série, t. VIII, 1888).

[7] Chmielewski, in *Bot. Centralblatt*, XXI, 1887, p. 57.

[8] Haberlandt, Die Chlorophyllkörper der Selaginellen (*Flora*, 1880, p. 291).

[9] Binz, Beiträge zur Morphologie u. Entstehungsgeschichte der Stärkekörner (*Flora*, 1892).

Digitized by Google

les mêmes objets, tout le monde ne saurait avoir raison à la fois.

Quelques-uns au moins sont dans l'erreur et, l'habileté des observateurs ne pouvant être mise en doute, ce sont les méthodes qui se trouvent en défaut.

### § 3. *Les méthodes d'investigation.*

Les méthodes en usage dans l'étude de la structure des chloroplastes sont essentiellement des méthodes d'*observation*. On se propose d'observer cette structure comme on observe une structure anatomique. Or, dans la plupart des cas, les chloroplastes sont de dimensions si exiguës, que l'observation microscopique pure et simple, permet tout au plus de se faire sur leur structure une « *impression* » et *cette impression varie suivant l'observateur* ainsi que le montre l'événement.

Il ne reste que deux alternatives: généraliser les résultats obtenus sur les chloroplastes de fortes dimensions, et cela ne saurait être permis, ou bien recourir à l'*expérimentation*.

Or, celle-ci semble être considérée par plusieurs comme une maîtresse d'erreur en cette matière [1]. On s'efforce en conséquence de soustraire à toute modification les chloroplastes à étudier, on recherche les fixatifs les plus parfaits. Puis on décolore ou bien l'on colore. Cela est fort bien, pourvu qu'on ne s'en tienne pas là.

Or, si quelques observateurs se sont servis de résultats

[1] C'est ainsi que Schmitz se refusait à tenir compte des phénomènes de gonflement sous prétexte que le mécanisme en est inconnu. (*Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren*, p. 115).

Digitized by Google

expérimentaux, ordinairement dans la mesure où ces résultats confirmaient leurs idées préconçues, nous ne connaissons pas encore de monographie dans laquelle l'expérimentation systématique et raisonnée ait été prise pour base.

Sans représenter une véritable monographie de ce genre, le présent travail est une tentative dans ce sens.

Le temps relativement restreint dont nous disposions ne nous permît pas d'exécuter toutes les expériences que nous avions conçues. Aussi, ne nous flattons-nous pas d'avoir complètement épuisé l'étude des chloroplastes d'*Elodea*; nous serons amplement récompensé de nos peines si nous réussissons à montrer combien est fertile la méthode que nous recommandons.

L'étude de la structure des chromatophores est complètement à refaire, et cette étude demande à être faite par des physiologistes, non par des micrographes de profession.

---

Digitized by Google

## CHAPITRE II

### ÉTUDE DES CHLOROPLASTES D'*ELODEA* DANS LA CELLULE INTACTE

Les chloroplastes des feuilles adultes d'*Elodea* sont des corpuscules lenticulaires. Vus de face, dans la position de l'épistrophe, ils se présentent sous forme circulaire ; vus de profil, en apostrophe, ils ont l'apparence de fuseaux.

Ils sont plastiques. Rapprochés les uns des autres par la tranche, ils s'applatissent réciproquement en prenant des contours polygonaux. Ils n'entrent cependant jamais en contact réel et se trouvent séparés par une bande de protoplasme hyalin.

Ils modifient également leur forme lorsqu'ils sont entraînés par des courants protoplasmiques. Il n'est pas difficile de constater autour de chaque chloroplaste un nimbe brillant, lequel est simplement un « jeu de lumière » (phénomène de diffraction); il suffit, pour s'en assurer, de considérer des grains d'amylum gisant librement dans l'eau; on constate à leur périphérie la même auréole.

Tschirch[1], cependant, s'est basé sur la présence de ce nimbe et sur l'aplatissement réciproque sans contact des chloroplastes pour affirmer l'existence autour de chaque chromatophore d'une membrane plasmique, nette-

[1] Tschirch, *Untersuchungen über das Chlorophyll*. Berlin 1894, p. 610.

Digitized by Google

ment différenciée. Cette membrane aurait pour effet de protéger le chlorophylle contre l'action alcaline du protoplasme; elle jouerait un rôle analogue dans les cas où, par résorption du protoplasme, les chloroplastes baignent dans le suc cellulaire acide. (???)

Nous ferons à cette théorie les objections suivantes:

1. L'aplatissement réciproque que subissent les chloroplastes très voisins, mais non contigus, ne démontre nullement qu'ils soient revêtus d'une membrane spécialement différenciée. Il indique seulement que les chloroplastes jouissent d'une consistance moins ferme, plus fluide que le protoplasme adjacent.

Un phénomène analogue se présente dans les émulsions telles que la mousse d'eau de savon ou mieux encore les « écumes de Bütschli ». Ici aussi les gouttes d'eau émulsionnées s'aplatissent réciproquement sans entrer cependant en contact réel. Il est certain cependant que chacune d'elles ne possède pas sa membrane propre d'huile (sauf bien entendu la couche moléculaire délimitant l'huile et l'eau).

D'autre part les observations de Pfeffer[1] sur les Myxomycètes démontrent péremptoirement que l'hyaloplasme peut être doué d'une certaine rigidité. Cette rigidité jointe à la plasticité des chloroplastes, suffit amplement à expliquer les phénomènes dont nous étudions en ce moment la signification. Il n'est donc pas besoin de recourir, ainsi que l'a fait Schmitz[2], à l'argument « vital ».

[1] W. Pfeffer, Zur Kenntniss der Plasmahaut, etc. (loc. cit., p. 258).

[2] Schmitz, Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren (loc. cit., p. 163).

Digitized by Google

2. Si vraiment chaque chloroplaste est entouré d'une membrane plasmique bien différenciée d'avec le protoplasme extérieur, elle doit se maintenir[1] lorsqu'on isole le chloroplaste dans une solution de saccharose, de glycérine ou de salpètre isotonique du milieu protoplasmique.

Or, si souvent que nous ayons exécuté cette opération, dans l'immense majorité des cas nous avons obtenu les chloroplastes parfaitement nus, dépourvus de toute membrane plasmique perceptible. Une ou deux fois cependant nous avons observé des chloroplastes entourés d'une couche plus ou moins épaisse d'hyaloplasme vacuolisé, et nous nous sommes assuré que cette couche de protoplasme était perméable à l'éosine. Nous avons rencontré aussi des globules de protoplasme renfermant deux ou trois chloroplastes. Pas davantage que chez *Vaucheria*, la production de ces globules plasmatiques n'exige la participation de membranes plasmiques préexistantes. D'ailleurs, en coupant avec un rasoir des feuilles d'*Elodea* placées sur le porte-objet dans une goutte d'eau pure ou renfermant du nitrate de potassium, additionnée dans l'un et l'autre cas d'un peu d'éosine, nous avons constaté une coloration vive des chloroplastes, aussi bien de ceux qui étaient restés dans les protoplastes blessés, que de ceux qui étaient échappés.

3. Il n'est pas prouvé que les chloroplastes puissent vivre isolés dans le suc cellulaire. Si vraiment la réaction alcaline du protoplasme est due à des alcalis libres circulant librement, il n'est pas prouvé que le pigment chloro-

[1] A moins qu'elle ne soit désorganisée par ces substances, ce que M. Tschirsch ne voudra guère admettre, puisqu'il pense que les chloroplastes peuvent se conserver vivants dans le suc cellulaire. (C'est là une hypothèse tout à fait gratuite.)

Digitized by Google

phyllien ne se trouve, soit par sa propre constitution chimique, soit par la constitution du chloroplaste même, soustrait à l'action de ces alcalis.

En résumé, l'existence d'une membrane plasmique enveloppant les chloroplastes, n'est ni démontrée par l'observation, ni nécessairement indiquée par quelque fait physiologique.

De la structure des chloroplastes d'*Elodea* on ne distingue presque rien dans la cellule vivante. Avec beaucoup d'attention, en se servant d'un objectif à immersion (Hartnack IX, Reichert $^1/_{12}$), on perçoit tout au plus une fine et vague ponctuation.

On n'apprend rien de plus en s'adressant aux chloroplastes amylifères, dans lesquels le strome est étendu en couche mince sur un grain d'amidon.

A. Meyer [1], cependant, recommande particulièrement l'étude des chromatophores amylifères. En étudiant dernièrement ceux de la pomme de terre (leucoplastes), il dit avoir constaté la présence de « grana incolores (Albigrana) ».

On peut étudier encore les chloroplastes dans la cellule intacte en faisant agir des acides, des colorants, etc.

Bredow a étudié l'action de la vapeur d'eau à 100° (méthode de Pringsheim) sur les chloroplastes d'*Elodea*. Il dit avoir observé par ce procédé la constitution spongieuse [1].

Nous-même avons étudié l'action de l'eau bouillante, de l'ammoniaque, du chloral, des acides chlorhydrique,

[1] A. Meyer, *Das Chlorophyllkorn*. Leipzig, 1883; *Unters. ü. d. Stärkekörner*, Iena 1895, p. 168 et suiv.

[2] Bredow, Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren (loc. cit., p. 387 et suiv.).



Digitized by Google

acétique, phosphorique, nitrique, sulfurique, osmique et picrique. Nous n'avons rien obtenu qui soit bien démonstratif et qui vaille la peine d'être relaté.

Les acides chlorhydrique, acétique, phosphorique nous ont montré la formation de gouttes ou de cristaux dichroïques (réaction de l'hypochlorine de Pringsheim[1]).

L'acide sulfurique concentré ou étendu dissout les grains d'amylum et met en évidence les chloroplastes ou leucoplastes générateurs. C'est la méthode de Dehneke[2], employée avec succès par A. Meyer[3] pour démontrer contre Schimper[4], Dodel[5], Binz[6], etc., que les grains d'amylum sont toujours complètement enveloppés par leurs chromatophores générateurs et ne plongent jamais librement dans le protoplasme. (Consult. Pl. IV de l'ouvrage de M. Meyer, fig. L, M et N.)

Nous avons obtenu le même résultat avec l'acide nitrique (dens. 1,150).

L'emploi du bioxyde d'hydrogène, de même que du ferrocyanure de potassium, agissant sur la cellule entière, nous a donné des résultats très remarquables, mais dont

[1] Pringsheim, Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunction (loc. cit., p. 307); voir aussi : Meyer, *Das Chlorophyllkorn*, p. 18, et Bredow (op. cit., p. 387).

[2] C. Dehneke, *Ueber nicht assimilirende Chlorophyllkörner*. Dissertation. Bonn, 1880.

[3] A. Meyer, *Untersuchungen über die Stärkekörner*, 1895, p. 162.

[4] Schimper, Untersuchungen über das Wachstum der Stärkekörner (*Bot. Zeit.*, 1881).

[5] A. Dodel, Beitrag zur Morphologie und Entwickelungsgeschichte der Stärkekörner von Pellionia Daveauana (*Flora*. 1892).

[6] Binz, Beitr. zur Morphol. u. Entwickelungsgesch. d. Stärkek (*Flora*, 1892).

Digitized by Google

l'exposé et la discussion se trouveront mieux à leur place dans le chapitre suivant.

Parmi les colorants, nous avons spécialement étudié le permanganate de potassium[1]. La solution concentrée de ce sel fixe instantanément, gonfle et colore les chloroplastes. Leur structure apparaît alors avec netteté spongiforme.

[1] Voy. M. Tswett, Sur l'emploi des permanganates dans la microtechnique, in *Bull. du Lab. de Bot. gén. de Genève*, vol I, p. 13-15, avril 1896 (*Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4me période, vol. I).

Digitized by Google

## CHAPITRE III

### ÉTUDE DES CHLOROPLASTES PAR LA MÉTHODE MÉROTOMIQUE

A considérer les chloroplastes dans la cellule intacte, à travers un double ou triple écran de substances hétérogènes, on n'apprend, ainsi que nous l'avons montré, pas grand'chose sur leur structure. Le fait est très général; sauf dans quelques rares cas (certaines Orchidacées), l'emploi des méthodes usuelles (fixation, décoloration, coloration, etc.) est impuissant à livrer des données positives sur la structure des chloroplastes et laisse le champ libre à quantité d'interprétations également plausibles ou plutôt également hypothétiques.

C'est alors qu'intervient avec fruit la méthode *expérimentale*. On en peut trouver les linéaments dans les principaux ouvrages sur les chloroplastes; nulle part elle ne semble avoir été appliquée d'une façon bien systématique.

Nous n'avons pas la prétention d'en avoir tiré tout ce qu'elle peut donner. Voici, en deux mots, dans quel sens nous avons dirigé nos recherches. L'idée mère du présent travail fut la suivante : la physiologie des chloroplastes (assimilation du carbone, amylogenèse, etc.) peut-elle être étudiée par la méthode mérotomique, par isolement des organites en question ?

On connaît les résultats intéressants qu'a fournis la dite méthode, appliquée par Nussbaum, Gruber, Bal-

Digitized by Google

biani, Klebs, Verworn et d'autres à l'étude des fonctions du noyau cellulaire. Dans ces expériences, on divise artificiellement les protoplastes en fragments nucléés et anucléés. Les uns et les autres restent en vie; dans chaque fragment, si minime soit-il, les phénomènes vitaux se poursuivent, déterminés dans leur nature et leur durée par la composition du fragment. A cette survivance, il est une condition *sine qua non*, la persistance des membranes plasmiques. En leur absence, nous le savons, le protoplasme est fatalement voué à la mort, à la désorganisation immédiate. Les chloroplastes sont-ils, par leur structure, en état de se passer de membrane plasmique? Telle est la question préjudicielle que nous eûmes à résoudre.

Nous avons été ainsi amené à étudier les propriétés osmotiques des chloroplastes considérés dans leur ensemble ainsi que dans leurs éléments structuraux.

Ce chapitre se divise en trois paragraphes :

§ 1. Étude des chloroplastes isolés dans des solutions *isotoniques* du milieu protoplasmique.

§ 2. Étude des chloroplastes dans des solutions dont le pouvoir osmotique est inférieur à la tension du protoplaste (*hypisotoniques*).

*Appendice.* Étude des chloroplastes gonflés par le bioxyde d'hydrogène et le ferrocyanure de potassium.

§ 3. Étude des chloroplastes dans des solutions dont le pouvoir osmotique est inférieur à la tension du protoplaste (*hypérisotoniques*).

### § 1. *Solutions isotoniques.*

Isolés[1] dans une solution de nitrate de potassium à

[1] Il suffit de dilacérer les feuilles d'*Elodea* avec de fines ai-

Digitized by Google

2,25 °/₀ ou de glycérine à 4 °/₀ [1], les chloroplastes d'*Elodea* ne se modifient pas sensiblement [2]. Ils ne sont cependant pas « fixés », autrement dit coagulés, car ils conservent pendant un certain temps la faculté de gonfler lorsqu'on diminue la concentration du liquide. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

Les chloroplastes conservent la forme lenticulaire qu'on leur connaît dans la cellule vivante. Cela prouve qu'ils jouissent d'une certaine consistance. On sait que dans les mêmes conditions une masse *parfaitement* plastique revêt la forme sphérique, pourvu, bien entendu, que par sa constitution physique elle comporte l'existence à sa périphérie d'une couche à tension superficielle.

Il semble donc que les chloroplastes sont dépourvus d'une membrane périphérique élastique. On peut supposer, cependant, qu'une telle membrane existe, mais que son action n'a pas le temps de se manifester, attendu

guilles pour obtenir un grand nombre de chloroplastes parfaitement isolés.

[1] Ces solutions plasmolysant légèrement les protoplastes, en sont donc sensiblement isotoniques.

Par le fait de la dilacération, le suc cellulaire se mélange inévitablement à la solution. Il est évident qu'il n'en peut modifier sensiblement le pouvoir osmotique; il en change cependant la composition chimique et lui communique des propriétés nocives pour les chloroplastes. Il n'est guère possible d'en supprimer les effets; on peut les ralentir en diluant beaucoup le suc cellulaire, c'est-à-dire en dilacérant dans une grande quantité du liquide.

[2] Pfeffer (*Osmotische Untersuchungen*, 1877, p. 147) avait déjà remarqué que des chloroplastes ou des noyaux, isolés dans une solution de sucre légèrement plasmolysante, ne changent pas ou peu de forme et que l'addition subséquente d'eau pure entraîne la désorganisation.

Digitized by Google

que la plasticité du chloroplaste ne se conserve pas longtemps et que le « coefficient de frottement interne » est peut-être très élevé. Mais comment expliquer alors la forme lenticulaire dans la cellule vivante, comment expliquer aussi les formes lemniscatoïdes que présentent les chromatophores en voie de division? Nous sommes enclin à penser que ces chloroplastes ne sont pas *parfaitement* plastiques[1], qu'ils sont pourvus d'un squelette élastique qui détermine leur forme.

Considérés de face avec un objectif à immersion (Hartnack IX, Reichert $^1/_{12}$), nos chloroplastes sont loin de donner l'impression d'une structure en « grana ». Bien plutôt on reconnaît un système de trabécules réfringents, irrégulièrement anastomosés et circonscrivant des méats plus sombres. En abaissant la vis micrométrique, on a l'impression de voir ces derniers se poursuivre en serpentant dans la profondeur. Vus de profil ou de trois quarts, les chloroplastes ont une tout autre apparence. Ils sont plus foncés et leurs contours plus nets, soulignés[2].

Ils se montrent sillonnés de quelques bandes foncées lesquelles sont toujours sensiblement orientées suivant l'axe de l'ellipse ou du fuseau apparents. Comme cet axe peut évidemment être représenté par n'importe quel diamètre du chloroplaste, on en conclut que les dispositions

[1] M. A. Meyer (*Untersuchungen über die Stärkekörner*, 1893, p. 72) fournit des données intéressantes sur la plasticité des chromatophores; non seulement elle varie suivant les espèces, mais elle ne reste pas constante dans le même chromatophore.

[2] Ce sont là des phénomènes optiques dus à la forme lenticulaire; on peut les constater aussi sur des grains d'amidon gisant librement dans l'eau.

Digitized by Google

matérielles qui donnent lieu au phénomène se trouvent réalisées suivant tous les diamètres [1].

De ces observations on peut tirer les conclusions suivantes:

Le chloroplaste est composé d'une trame apparemment spongieuse de plasme réfringent, dont les interstices sont remplis d'une substance de moindre réfringence. On ne saurait décider si le pigment chlorophyllien est incorporé à la substance réfringente, à la substance intersticielle ou bien à toutes les deux. Le chloroplaste *paraît* vert dans toute sa masse.

*Propriétés osmotiques.* Nous avons montré que les chloroplastes isolés dans des solutions isotoniques du protoplaste restent intacts.

Cela prouve que la pression exercée par ces solutions sur les chloroplastes, est égale à la pression du protoplasme vivant. Or, celle-ci se trouve équivaloir à la pression exercée par le protoplaste vers l'extérieur (voy. chap. I, § 2) et cette dernière est équilibrée par les solutions en question. Il en résulte que ces solutions exercent la même pression sur les chloroplastes et sur les protoplastes vivants. On en conclut que les uns et les autres sont également imperméables aux substances contenues dans les solutions. Le raisonnement est rigoureux, la conclusion exacte... pour autant que le sont les prémisses. Elle s'appliquerait en toute rigueur si la tension osmotique des chloroplastes isolés restait constante, égale à la tension qu'ils exercent dans la cellule vivante. Or il

[1] Nous ne sommes pas encore arrivé à nous expliquer complètement ce phénomène. Nous sommes porté à croire qu'il est dû à des plissements de la surface des chloroplastes.

Digitized by Google

en est autrement. Cette tension diminue peu à peu jusqu'à devenir nulle. Si, en effet, aussitôt après avoir isolé les chloroplastes, on ajoute à la préparation de l'eau distillée, on les voit gonfler fortement, un quart d'heure après ils ne gonflent que peu ; au bout d'une demi-heure ils ne gonflent plus du tout; ils sont coagulés.

Ainsi donc la tension des chloroplastes et la pression antagoniste du liquide ambiant diminuent progressivement et finalement s'annulent, ce qui n'est possible que par la libre circulation dans la masse du chloroplaste des molécules dissoutes. Nous avons lieu de penser que la diminution de tension des chloroplastes et leur coagulation sont précisément dues à la pénétration de substances venues du dehors. Nous montrerons plus loin que les solutions salines concentrées coagulent beaucoup plus rapidement que les solutions diluées.

Dans la solution de glycérine, la diminution de tension semble marcher de pair avec un léger gonflement du chloroplaste; la coagulation se produit quand même, due probablement à l'action de substances provenant du suc cellulaire.

D'une façon générale, on peut se représenter la marche du phénomène nécrobiotique comme suit: Les chloroplastes sont peut-être tout à fait imperméables aux molécules salines, mais laissent pénétrer leurs *ions* qui sont précisément doués d'activité chimique. Ces *ions* pénètrent donc et coagulent le plasma au fur et à mesure, ouvrant ainsi la voie aux molécules non dissociées. Bientôt, toute la masse est coagulée, *fixée* dans sa forme et sa structure originelles.

Les expériences sur les chloroplastes amylifères démontrent d'ailleurs directement que ces organites sont primitivement imperméables aux molécules salines.

Digitized by Google

Il est très difficile d'obtenir des chloroplastes amylifères intacts. Par leur grosseur, ils sont sujets à être blessés au cours de l'opération mérotomique. Or, la moindre brêche met en contact immédiat le grain d'amylum et le liquide, et comme l'amylum est parfaitement perméable aux molécules salines, celles-ci n'exercent sur lui aucune pression osmotique; il en résulte que le grain d'amylum gonfle sous une tension initiale d'environ 9 atmosphères et fait sauter le chloroplaste.

Au cours d'essais mainte fois répétés, nous sommes cependant arrivé à obtenir parfois des chloroplastes amylifères parfaitement intacts, se conservant tels pendant quelques minutes et démontrant que les sels de la solution ne se propagent que lentement jusqu'au grain d'amidon.

Nous avons déjà eu l'occasion (chap. II) de dire que l'éosine pénètre facilement dans les chloroplastes. Ce fait montre aussi que ces organites sont dépourvus d'une membrane comparable aux membranes périplasmique et vasculaire.

Puisque les chloroplastes, isolés comme il a été dit, se coagulent rapidement, on peut tenir *a priori* pour certain que le phénomène assimilatoire y est complètement supprimé. Nous avons cependant tenu à nous en assurer directement; cela nous parut d'autant plus intéressant que le pigment chlorophyllien se conserve longtemps apparemment intact. Nous avons conservé pendant des semaines des chloroplastes isolés, dans des solutions de nitrate de potassium, soit sur le porte-objet, soit dans des verres de montres, exposés dans ces conditions à la lumière diffuse, les chloroplastes ont conservé leur teinte normale. On n'a donc pas le droit de prétendre *a priori*

Digitized by Google

que le pigment chlorophyllien, tel qu'il se trouve dans la plante, jouisse d'une constitution chimiquement aussi labile que la chlorophylle des chimistes.

Pour nous assurer si les chloroplastes isolés dégagent encore de l'oxygène nous avons fait usage de la méthode d'Engelmann[1]. Les préparations étaient lutées au beurre de cacao, placées d'abord à l'obscurité, puis à la lumière diffuse ou directe soit du soleil, soit d'un bec Auer. Nous examinions fréquemment les préparations sous de forts grossissements. Nous n'avons rien observé dans la distribution des bactéries mobiles, qui peut laisser supposer un dégagement d'oxygène par les chloroplastes

### § 2 *Solutions hypisotoniques.*

Isolés dans des solutions dont la tension osmotique est légèrement inférieure à celle du protoplasme, les chloroplastes gonflent un peu sans que leur structure en devienne beaucoup plus apparente.

Isolés dans l'eau pure, ils subissent au contraire de profondes modifications qui jettent beaucoup de lumière sur leur structure intime.

Depuis longtemps on a remarqué la désorganisation des chloroplastes soumis à l'action de l'eau pure. Göppert

[1] Th. W. Engelmann, Neue Methode zur Untersuch. der Sauerstoffausscheidung pflanzl. u. thierisch. Organismen (*Bot. Zeit.* 1889, p. 441); Ü. die Sauerstoffabgabe fler Pflanzen in Mikrospectrum (*Pflügers Archiv*, XXXVI, 1886, p. 142); Zur Technik u. Kritik der Bacterienmethode (*Ibid.* p. 386). D'après Engelmann, les chloroplastes isolés et même désorganisés de *Spirogyra*, *Mesocarpus*, *Zygnema*, continuent à émettre de l'oxygène (Neue Methode, etc. p. 446).

Digitized by Google

et Cohn [1], en blessant des cellules de *Nitella*, virent les chloroplastes gonfler et la matière verte se répandre uniformément tout autour, ou bien s'amasser en un point.

Hofmeister a étudié le gonflement des chloroplastes de *Spirogyra*, de diverses Polypodiacées, etc. Il observe la formation de vacuoles aux dépens d'une substance interne incolore, dont le gonflement ferait sauter la couche externe, verte [2]. Dans l'ouvrage de Hofmeister se trouvent relatées les observations de Rosanof sur les chloroplastes de *Bryopsis plumosa*, isolés dans l'eau de mer ; ils présentent dans ces conditions des striations encore mal expliquées [3].

Nägeli et Schwender [4] ont étudié et figuré le gonflement des chloroplastes de *Clivia* et de *Nitella*. Pour ces deux auteurs la paroi de la vacuole formée est constituée par une pellicule plasmique existant normalement autour des chloroplastes et distendue par endosmose.

Meyer [5] a examiné avec attention le gonflement des chloroplastes d'*Adoxa moschatellina*, *Iris germanica*, *Acanthephippium silhetense*, etc. Il distingue deux modes de

[1] Ueber die Rotation des Zelleninhaltes in Nitella flexilis (*Bot. Zeit.* 1849).

[2] Hofmeister, *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, 1867, p. 370.

[3] Hofmeister, *Op. cit.* p. 369. Voir aussi à ce sujet : Schimper, Untersuchungen über die Chlorophyllkörner (loc. cit., p. 570). Schmitz, *Die Chromatophoren der Algen*, 1882.

[4] Nägeli et Schwendener, *Das Mikroscop.* Leipzig 1877, p. 549. — On trouve, p. 550, en note, une critique des idées de Mohl sur le gonflement des chloroplastes. Il est à peine besoin de faire remarquer que les arguments invoqués par l'auteur de cette note n'ont aujourd'hui plus de valeur.

[5] A. Meyer, *Das Chlorophyllkorn*, p. 23 et suiv., planche I, fig. 15 et 18.

Digitized by Google

gonflement que l'on peut constater dans la même espèce quelquefois. Ou bien le chloroplaste s'homogénise (c'est le cas le plus rare), ou bien, au contraire, les « grana » deviennent plus apparents; ils gonflent, une vacuole paraît dans chacun d'eux, puis ils confluent. De ce que les grana peuvent gonfler sans que le pigment se dissolve, M. Meyer infère qu'ils renferment un substratum albumineux. Le gonflement des chloroplastes d'*Adoxa* et d'*Iris* est accompagné de formation de vacuoles dont le contenu réfringent, susceptible de brunir par l'iode, indique la présence, dans le chloroplaste, d'une substance protéique soluble, laquelle précisément donne lieu, par endosmose, à la formation des vacuoles.

Les observations de Frank Schwarz [1] sur le gonflement des chloroplastes, ne concordent pas avec celles de M. Meyer.

Schwarz considère le phénomène dans des cellules blessées par section ou pression. Il voit la « métaxine » gonfler fortement en isolant plus ou moins les « fibrilles » de « chloroplastine ». Les grana, dont Schwarz admet l'existence dans les fibrilles, répandent leur substance dans toute la masse qui prend une apparence régulièrement trouble. Il peut se former ensuite des vacuoles dans le chloroplaste gonflé. Il s'en fait une seule chez *Mnium undulatum*, un grand nombre chez *Tradescantia zebrina*. Chez *Phajus*, le « cristalloïde » se dissout et donne naissance à une seule grande vacuole.

Le contenu des vacuoles est d'ailleurs de nature pro-

[1] Frank Schwarz, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasma (*Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, V, 1887).

Digitized by Google

téique; il est précipité par les réactifs *ad hoc*. Schwarz admet qu'il représente la métaxine gonflée et même solubilisée.

Bredow a étudié le gonflement des chloroplastes de *Lupinus*, *Polypodium*, *Lunularia*. Il arrive à la conclusion[1] que les vacuoles ne sont autre chose que la substance gonflée du « stroma » faisant saillie par places sur la membrane plasmique du chloroplaste.

Ce qui précède étant dit pour orienter le lecteur, nous passons à l'exposé de nos propres observations sur *Elodea*.

Pour obtenir des phénomènes de gonflement accusés, il convient d'isoler les chloroplastes dans une grande quantité d'eau, afin de diluer autant que possible le suc cellulaire qui s'échappe forcément des cellules blessées. Ce suc cellulaire exerce une action coagulante très énergique sur les chloroplastes, comme on peut s'en assurer en dilacérant dans une très petite goutte d'eau; les chloroplastes sont alors presque instantanément fixés.

Mis en présence d'une eau relativement pure, les chloroplastes gonflent très fortement et prennent la forme sphérique. Il se forme ordinairement une seule grande vacuole, dont la paroi et le contenu sont absolument incolores, et à la surface de laquelle une substance plus réfringente, colorée en vert, se trouve distribuée d'une façon variable[2].

On peut affirmer avec certitude que la substance ré-

[1] Cette conclusion n'est pas du tout motivée.

[2] Fait remarquable et d'une grande importance : le gonflement ne se produit pas en toute saison avec ces caractères. En hiver (aux mois de janvier et de février), le gonflement est presque nul et la structure ressort à peine.

Digitized by Google

fringente n'est autre que celle que l'on a reconnue former la charpente du chloroplaste intact. On voit donc maintenant que le fragment chlorophyllien est exclusivement incorporé à la substance la plus dense du chloroplaste. Avec Frank Schwarz, désignons cette solution sous le nom de *chloroplastine*.

Le gonflement des chloroplastes d'*Elodea* isolés dans l'eau pure s'explique aisément. Dans la cellule vivante, ces organites subissent une pression d'environ 9 atmosphères, équilibrée à leur surface par une pression égale dirigée en sens contraire (voir chap. I, § 2). La résultante est nulle; c'est l'état d'équilibre. Vient-on à supprimer la pression extérieure — en isolant les chloroplastes dans l'eau pure — on obtient une résultante dirigée vers l'extérieur, égale précisément à 9 atmosphères.

Restent à expliquer les particularités morphologiques du gonflement. L'observation des chloroplastes isolés dans des solutions isotoniques (voir p. 175-181) nous a montré que ces organites sont formés d'une charpente spongiforme de chloroplastine et d'une substance intersticielle moins dense. L'une et l'autre se trouvent dans la cellule vivante sous une tension moyenne de 9 atmosphères.

La substance intersticielle est-elle un liquide, une solution, ou bien jouit-elle d'une constitution analogue à celle du protoplasme? Si l'on s'en tient à la première alternative, on se trouve forcé d'admettre une membrane plasmique entourant le chloroplaste, car autrement la formation de vacuoles est inconcevable. Mais quelles ne doivent pas être l'élasticité et la cohésion d'une telle membrane pour supporter sans se rompre la dilatation du contenu, qui se fait sous une pression initiale de 9 atmosphères!!

Digitized by Google

Si l'on admet au contraire que la solution interstitielle est constituée comme le protoplasme, tout s'explique facilement. Cette substance gonfle et se vacuolise, ainsi que le font les globules plasmatiques de *Vaucheria*. Désagrégé par ce gonflement de la substance interstitielle qui le pénètre de toutes parts, le réseau de chloroplastine se simplifie et la vacuolisation en porte les débris à la surface. On comprend que la couche périphérique des chloroplastes puisse résister efficacement au gonflement de la masse interne, car elle n'est pas réduite à se *distendre*, mais peut *s'accroître* en surface aux dépens des couches sous-jacentes.

Notre hypothèse rend bien compte des observations de Hofmeister, Mohl, Frank Schwarz, citées plus haut. La substance intermédiaire plasmique est d'ailleurs admise par Schwarz ; elle n'est autre que la *métaxine*. Nous l'appellerons ainsi dans la suite.

*Remarque.*—M. Pfeffer [1] considère les vacuoles des chloroplastes comme des formations en tout point semblables aux vacuoles normales du plasma.

Went [2] qualifie ces vacuoles de pathologiques. Elles le sont dans le cas particulier des chloroplastes isolés dans l'eau pure ; cependant Zimmermann [3] a trouvé des leucoplastes vacuolisés dans les cellules vivantes de certaines feuilles panachées, et Sapochnikoff [4] a démontré que ces

[1] W. Pfeffer, Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen (loc. cit., p. 252 et suiv.).

[2] Went, Die Vermehrung der normalen Vacuolen durch Teilung (*Pringsh. Jahrb.*, XIX, p. 481).

[3] Zimmermann, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle, 1893 (*Beihefte zum Bot. Centralbl.*, 1894, IV, Heft 2).

[4] Sapochnikoff, in *Berichte der deutsch. bot. Gesellsch.*, 1889.

Digitized by Google

leucoplastes peuvent condenser de l'amidon. Tschirch[1], d'autre part, dit avoir observé des vacuoles dans les chloroplastes vivants de *Selaginella*.

*Appendice. — Étude des chloroplastes gonflés par l'action du bioxyde d'hydrogène et du ferrocyanure de potassium.*

Dans les feuilles d'*Elodea* soumises pendant quelques heures à l'action du bioxyde d'hydrogène[2] ou du ferrocyanure de potassium (5 °/₀), les chloroplastes gonflent énormément, et bientôt, le protoplaste se désorganisant, se coagulent. Isolés sur le porte-objet, ils se présentent alors à peu près comme les chloroplastes gonflés par isolement dans l'eau distillée. Ils n'ont pas conservé la forme lenticulaire, mais ont revêtu celle de sphérules ou de corps géométriquement plus compliqués, mais limités par des surfaces courbes[3] et sur le fond incolore desquels se dessinent des arceaux, des trabécules de subs-

[1] Tschirch, *Untersuchungen ü. d. Chlorophyll*, p. 15.

[2] Le *bioxyde d'hydrogène* dont nous nous sommes servi provenait de la maison Carl Haaf, à Berne. Il contenait un excès de baryte. Nous nous servîmes d'abord du liquide tel quel, puis, craignant que la baryte n'intervînt dans le gonflement, nous neutralisâmes avec de l'acide sulfurique en léger excès. Le résultat n'en fut pas modifié.

[3] Les chloroplastes de *Vaucheria* gonflent avec plus de régularité que ceux d'*Elodea*. Les filaments de cette algue, abandonnés pendant quelques heures dans le peroxyde d'hydrogène, prennent une apparence toute particulière. On ne distingue plus rien des chloroplastes arrondis, nettement délimités dans la cellule normale. En dilacérant, on obtient les chloroplastes sous forme de sphérules très régulières, constituées par une vacuole incolore, cerclée de bandes vertes réfringentes.



Digitized by Google

tance verte (fig. 14, 15). Plus rarement celle-ci reste massée en un point (fig. 13). L'ordonnance de ce système de trabécules est très variable. Souvent la substance verte constitue un certain nombre de segments disposés en un fuseau aux pôles duquel ils se rejoignent. Cette structure rappelle étrangement le fuseau nucléaire et l'on se demande si l'on n'a pas devant soi des chloroplastes surpris par le gonflement dans les prophases de la division et si l'idée de Schmitz[1], suivant laquelle chloroplastes et noyaux dérivent d'un même organe cellulaire, n'est pas adéquate à la réalité ?

L'étude des chloroplastes ainsi modifiés, conduit aux mêmes résultats que celle des chloroplastes gonflés par isolement dans l'eau distillée.

Dans les deux cas, la métaxine gonfle par endomose, se vacuolise et met en évidence le réseau de chloroplastine, substratum exclusif du pigment chlorophyllien.

Dans le premier cas, le gonflement s'opère dans la cellule vivante. Il faut donc que le bioxyde d'hydrogène, soit le ferrocyanure de potassium, agissent chimiquement sur la métaxine et augmentent son pouvoir osmotique[2].

Nous avons remarqué plus haut que le gonflement dans l'eau distillée, énergique en été, est très faible en hiver. Il n'en est pas autrement dans le bioxyde d'hydrogène (nous n'avons pas essayé le ferrocyanure en hiver).

Le métaxine n'a donc pas la même composition chi-

[1] Schmitz, *Die Chlomatophoren des Algen.* Bonn 1881.

[2] Il serait intéressant d'étudier de près les phénomènes déterminés dans les chloroplastes de diverses plantes par l'action du carbonate d'ammonium (4-7 ‰) et décrits sommairement par Ch. Darwin : The influence of carbonate of ammonia on chlorophyll-bodies (*Journ. of Linnean Soc.* XIX, 1882, p. 262-284).

Digitized by Google

mique en hiver et en été. Ce fait, de première importance pour la physiologie des chloroplastes sera confirmé une fois de plus par les expériences relatées dans le paragraphe suivant. Il semble que la substance présente en été, absente en hiver, et dont les agents chimiques précités sont capables de doubler le pouvoir osmotique, doit être un *albuminoïde*.

Quoi qu'il en soit, un champ d'études intéressantes est ouvert.

### § 3. *Solutions hyperisotoniques.*

L'observation des chloroplastes isolés dans des solutions dont la tension osmotique est supérieure à celle du protoplasme, confirme pleinement les résultats que nous avons obtenus précédemment.

Voici la liste des solutions que nous avons employées [1] :

| | | |
|---|---|---|
| 1) | Nitrate de potassium | 5 % |
| 2) | » » | 10 % |
| 3) | » » | 30 % |
| 4) | Sulfate de magnésium | 5 % |
| 5) | » » | 10 % |
| 6) | Chlorure de sodium | 30 % |
| 7) | » » | 35 % |
| 8) | Bromure de potassium | 10 % |
| 9) | » » | 58 % |
| 10) | Saccharose | 90 % |
| 11) | Glycérine concentrée | |

[1] Frank Schwarz (op. cit.) a étudié l'action de diverses solutions salines concentrées sur les chloroplastes de plusieurs espèces végétales (solutions de chlorure de sodium, sulfate de magnésium,

Digitized by Google

Sous des pressions osmotiques modérées les chloroplastes ne se modifient pas considérablement (solutions 1, 2, 4, 5, 8, 10). Nous pourrions répéter ici tout ce que nous avons dit sur leur structure et leurs propriétés osmotiques. Remarquons seulement que la structure apparaît avec plus de netteté que dans les solutions isotoniques et que la coagulation est beaucoup plus rapide.

Les fig. 10 et 11 représentent des chloroplastes amylifères isolés dans la même solution de nitrate de potassium à 5 °/₀. A gauche les chloroplastes intacts, à droite l'émission des grains d'amidon provoquée par addition d'eau distillée à la préparation.

La fig. 12 représente un chloroplaste amylifère dont la rupture s'est produite au cours de l'opération mérotomique. Le grain d'amidon considérablement gonflé reste adhérent à son générateur. L'un et l'autre présentent deux étranglements comme si la division du chloroplaste s'était ébauchée deux fois.

Les pressions osmotiques énormes développées par les solutions 3, 6, 7 et 9, font ressortir la structure du protoplaste presque aussi bien que les pressions infiniment petites. Le réseau de chloroplastine se simplifie, et les trabécules contractés ressortent avec une grande netteté. La surface du chloroplaste apparaît tourmentée.

sulfate d'ammonium, phosphates mono et dipotassique). Il n'a d'ailleurs considéré les phénomènes qu'avec l'œil du chimiste. Il reconnut que la métaxine était insoluble dans ces solutions et que la choroplastine était coagulée par elles. Les fibrilles ressortent avec netteté. Bredow (op. cit.) a répété les expériences de Schwarz en question. Il trouve le chlorure de sodium à 10 % et le bromure de potassium concentré particulièrement propres à faire ressortir la structure spongieuse des chloroplastes, sans se rendre bien compte, paraît-il, du mode d'action des solutions.

Digitized by Google

La métaxine semble avoir légèrement gonflé, ce qu'on ne peut attribuer qu'à l'action chimique de la solution. Ce gonflement, du reste, ne s'observe pas en hiver (comp. § 2).

Isolés dans la glycérine concentrée, les chloroplastes se contractent très régulièrement et leur structure devient tout à fait indistincte.

Sur les chloroplastes isolés dans des solutions légèrement hyperisotoniques, nous avons essayé la « réaction de l'hypochlorine » en ajoutant à la préparation de l'acide acétique. Au bout de 24 heures, des cristaux dichroïques s'étaient formés sur tous les chloroplastes. Ils affectaient des formes très régulières, jamais des formes vibrionaires ou baccillaires comme on en observe lorsque on opère sur la cellule entière.

M. Tschirch [1] a fait sur la formation de ces cristaux de chlorophyllane des spéculations ingénieuses mais non exemptes de sophismes. L'auteur se représente, comme l'on sait, le chloroplaste entouré d'une membrane plasmique et le pigment chlorophyllien remplissant les lacunes du stroma spongiforme.

L'acide chlorhydrique (ou tout autre acide capable de provoquer la formation des cristaux), dit-il, gonfle la substance du stroma et celle-ci tend à se dilater en tous sens. Mais à la dilatation vers l'extérieur s'oppose bientôt la résistance de la membrane plasmique. Il en résulte que le stroma exerce sur le pigment qui remplit les lacunes, une pression qui tend à le chasser au dehors, les lacunes s'ouvrant librement sous la membrane plasmique. A

[1] Tschirch, Beiträge zur Hypochlorinfrage (*Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandebourg.* XXIII); Compte rendu dans *Just's Jahrb.* 1882, I, p. 487.

Digitized by Google

l'orifice des lacunes, le pigment soulève donc la membrane plasmique et apparaît sous forme d'une gouttelette verdâtre. Enfin, la membrane plasmique se rompt et le pigment cristallise.

Un tel processus ne nous paraît pas compatible avec les lois de la physique et par conséquent incompréhensible.

Accordons un instant à M. Tschirch et sa membrane plasmique et son stroma-éponge imbibé de pigment chlorophyllien. Le stroma en voie de gonflement exerce sur la membrane plasmique une pression que celle-ci finit par équilibrer. Dès lors, toute la pression se transmet au pigment chlorophyllien et celui-ci tend à être chassé des lacunes sous cette pression même. La pression du pigment sur la membrane plasmique ne saurait donc être supérieure à celle que la substance du stroma exerce sur cette même membrane dont la résistance suffit à l'équilibrer. Par conséqent, le soulèvement de la membrane plasmique par le pigment est impossible.

La théorie de Tschirch n'explique donc nullement la formation des cristaux de chlorophyllane.

Voici comment le phénomène peut se concevoir :

Le pigment chlorophyllien incorporé à la chloroplastine donne naissance sous l'action des acides et de l'eau bouillante à de la chlorophyllane. Celle-ci, comme l'on sait, est soluble à la faveur des acides et d'autre part on peut admettre qu'à haute température (dans l'eau bouillante) elle jouit à un haut degré des propriétés d'un cristalloïde [1]. Dans les deux cas la chlorophyllane peut

[1] D'après les indications de Hoppe Seyler (voy. L. Marchlewski, *Die Chemie des Chlorophylls*, Leipsig 1895), il semble que la chlorophyllane soit de nature physique semblable à ces remarquables cristaux semi-fluides d'oléate de potassium étudiés récemment par

Digitized by Google

donc diffuser au dehors du chloroplaste où elle cristallise en vertu de conditions encore mal connues.

Au cours de ce chapitre *nous croyons avoir démontré que le pigment chlorophyllien est exclusivement incorporé à la chloroplastine*[1]. Ce résultat nous paraît important et nous croyons pouvoir le généraliser. En effet les auteurs qui ont voulu voir la chlorophylle *tapissant* ou *remplissant* les lacunes du réseau de chloroplastine n'ont avancé aucune preuve sérieuse de leurs affirmations, basées uniquement sur des « impressions » ou des *a priori*.

Notre manière de voir est d'ailleurs aussi celle de Schmitz, de Fromann, de Frank Schwarz, et nous pourrions dire aussi celle de Meyer. Notre chloroplastine ne serait-elle pas homologue des « grana » de cet auteur?

Lehmann (Ü. das Zusammenfliessen u. Ausheilen fliessend weicher Krystalle [*Zeitschr. f. physik. Chemie*, XVIII 1895, p. 91]) et dont la forme est à chaque instant une résultante de la tension superficielle et des forces d'orientation des molécules.

[1] Par un tout autre chemin Reinke (Fluorescenz des chlorophylls in den Blättern in *Ber. d. deutsch bot. Ges.* I, 1883, p. 219-221) arrive à peu près à la même conclusion que nous, à savoir que la chlorophylle ne se trouve pas dans les chloroplastes à l'état de liquide, mais combinée au réseau de plastine. Il se base sur les faits suivants: tandis que les solutions de chlorophylle sont fortement fluorescentes, les feuilles vertes des plantes, de même que la paraffine solide imprégnée de chlorophylle, ne présentent qu'une fluorescence faible.

Digitized by Google

# CHAPITRE IV

## QUESTIONS GÉNÉRALES

### § 1. *Idées sur le mécanisme de la décomposition de l'acide carbonique dans les plantes.*

La décomposition de l'acide carbonique par les chloroplastes se produit dans des conditions extrêmement spéciales, dont plusieurs sont à peine soupçonnées et qui n'ont guère été jusqu'ici prises en considération dans les théories sur le mécanisme du phénomène. On considère d'ailleurs volontiers le problème comme ne relevant que de la chimie, de la chimie *empirique*. C'est là, évidemment, une erreur déplorable. Or, parmi les facteurs qui jouent un rôle capital dans le phénomène en question, il en est deux, dont l'existence est avérée et dont l'étude serait bien intéressante: nous voulons parler de la condensation des gaz par le plasma des chloroplastes et de la fluorescence de la chlorophylle.

Tout le monde connaît la propriété de condensation des gaz dont jouit la «mousse de platine» et d'autres métaux à l'état très divisé. Cette propriété n'est nullement spéciale aux métaux; elle n'est qu'un cas particulier des phénomènes tout à fait généraux de l'*absorption*[1], soit condensation à la surface des corps.

[1] Voy. Lehmann, *Molekularphysik*, 1888, I, p. 567 et suiv.; II, p. 97.

Digitized by Google

Or il est possible, il est probable même, que le protoplasme dans lequel (que sa structure soit micellaire, alvéolaire ou fibrillaire, peu importe) la matière se trouve dans un état de division extrêmement grand, condense fortement les gaz et en général les corps dissous dans l'eau intermicellaire, interfibrillaire ou alvéolaire.

Cette proposition s'appuie même sur des analogies expérimentales. En effet, l'expérience semble prouver directement qu'une telle condensation a lieu dans les grains d'amidon [1], et Schmidt [2], qui a étudié récemment la condensation de l'acide picrique par la cellulose, celle de l'éosine par la soie, croit pouvoir les ramener aux lois de l'absorption. On peut concevoir que la condensation puisse être particulièrement forte dans la substance dense de la chloroplastine.

Par la fluorescence, chaque molécule de chlorophylle devient un *foyer d'énergie lumineuse* dont les radiations peuvent être supérieures en intensité à toutes les radiations absorbées. En effet, la fluorescence de la chlorophylle est excitée par toutes les radiations absorbées [3] et cette substance joue ainsi le rôle de transformateur d'énergie. On conçoit que l'eau et le gaz carbonique condensé dans le voisinage immédiat de la chlorophylle absorbent fortement les radiations rouges émises par celle-ci et que leurs molécules se trouvant disloquées par les vibrations

[1] Nägeli et Schwendener, *Das Mikroscop*, p. 428.

[2] G. C. Schmidt, Ueber Absorption (*Zeitschr. f. physik. Ch.* XV, 1894, p. 56).

[3] E. Lommel, Ueber Fluorescenz (*Wiedmann's Annal.* III, 1878, p. 113). Voir aussi: O. Lubarsch, Ueber Fluorescenz (*Ibid.* VI, 1879, p. 248).



Digitized by Google

amplifiées des atomes, de nouveaux groupements puissent se constituer[1].

### § 2. *Les chloroplastes peuvent-ils vivre en dehors du cytoplasme vivant?*

Les recherches modernes conduisent à voir dans les chloroplastes des organes de la cellule génétiquement autonomes et jouissant de fonctions très importantes qui leur appartiennent exclusivement.

A n'en pas douter, les chloroplastes sont le siège du phénomène de la fixation du carbone atmosphérique, et le siège de la synthèse des sucres et de l'amidon.

D'autre part, certains auteurs voudraient voir aussi dans ces organites; le lieu de synthèse des albuminoïdes[2] et de la fixation de l'azote gazeux[3]. A vrai dire, ces assertions ne sont rien moins que prouvées; il est permis de se demander si les chloroplastes ne jouissent pas d'une certaine indépendance physiologique, et si, placés en dehors de leur milieu normal, le protoplasme vivant, ils ne sont pas en état de se suffire à eux-mêmes, de *vivre* en un mot, c'est-à-dire de continuer à s'accroître et à se multiplier?

Certes, s'il en était ainsi, le biologiste verrait s'ouvrir devant lui un champ d'investigations bien intéressant, tant au point de vue de la physiologie pure, que de la

[1] Telle est aussi sans doute l'idée de l'illustre Timiriasef, qui compare le rôle de la chlorophylle à celui des sensibilisateurs employés en photographie.

[2] Chrapowicki; voyez *Bot. Centralblatt*, XXXIX, p. 352.

[3] Schimper, Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze (*Flora*, 1890).

Digitized by Google

philosophie naturelle. Il vaut donc la peine d'examiner la question de plus près.

Plusieurs auteurs ont *affirmé*, d'ailleurs, que les chloroplastes peuvent vivre en dehors du cytoplasme vivant, après résorption ou désorganisation de celui-ci. Nous avons déjà eu l'occasion de citer les idées de Tschirch sur ce sujet. M. Schimper rapporte que Reinke aurait observé dans des cellules mortes d'une courge, les chloroplastes entrelacés d'hyphes de champignons, continuant à vivre, à se diviser[1].

La question que nous nous sommes posée plus haut semblerait donc résolue de fait et cela par l'*affirmative*. Mais il faut bien convenir que les observations de MM. Tschirch et Reinke sont de *pures hypothèses*. M. Tschirch admet, sur la foi d'observations non controlées et discutables, que les chloroplastes se trouvent parfois plongés dans le suc cellulaire. Supposé ces observations exactes, encore est-on en droit de demander des *preuves* de la vitalité persistante de ces chloroplastes[2].

M. Reinke affirme que les chloroplastes peuvent survivre au protoplasme désorganisé.

Le savant physiologiste aurait vu des chloroplastes de

[1] « Nach Reinke (*Allgemeine Botanik*, S. 62), vermögen die Chlorophyllkörner sogar unter Umständen selbständig zu leben ; er beobachtete diese Erscheinung, nach einer mir gemachten Mittheilung, deren Veröffentlichung mir freundlichst gestattet wurde, an einem faulenden Kürbis, dessen Chloroplasten, von *Pleosporafäden* umsponnen in abgestorbenen Zellen weiter vegetirten, und sich durch Theilung vermehrten. » (Schimper, Untersuchungen über die Chlorophyllkörner [*Pringsh. Jahrb.*, XVI, 1885, p. 112, note].)

[2] D'autant plus que M. Tschirch prend cette vitalité hypothétique pour base de spéculations sur la prétendue membrane plasmique des chloroplastes.

Digitized by Google

courge se diviser, les protoplastes étant morts. *Voir des chloroplastes se diviser*, c'est là une observation bien rare et qui méritait d'être relatée avec grand détail. M. Reinke n'aura-t-il pas conclu à des divisions en constatant simplement la présence de chloroplastes de forme lemniscatoïde ?

C'est une idée aussi erronnée que répandue, que la nécrose des chloroplastes est nécessairement corrélative d'une désorganisation morphologique.

Nous avons montré, au cours du présent travail, que les chloroplastes peuvent, dans des conditions que nous avons déterminées, conserver intacte et leur forme extérieure et leur structure interne, leur coloration, tout en étant bien et dûment coagulés. Bien souvent nous avons rencontré dans nos préparations des chloroplastes de forme lemniscatoïde, ce qui prouvait uniquement qu'ils possédaient cette forme au moment où ils furent isolés.

A l'heure qu'il est nous n'avons donc aucune observation incontestable de chloroplastes vivant en dehors du protoplasme vivant.

Peut-on réaliser la chose expérimentalement ? Nous avons lieu d'en douter. Si nous avons échoué dans notre entreprise, cela peut tenir, il est vrai, à certaines propriétés chimiques du végétal qui nous servit d'objet d'études. Mais nous pouvons indiquer une grosse difficulté à laquelle il nous semble qu'il sera bien malaisé d'échapper. Nous avons montré, et il n'y a pas lieu de croire que le fait soit spécial à *Elodea*, que les chloroplastes sont dépourvus d'une membrane plasmique, de propriétés analogues à celles des membranes périplasmiques et vacuolaires normales. Isolés, ils sont par conséquent fata-

Digitized by Google

lement voués à subir l'action nocive des substances dissoutes dans le liquide ambiant. Obtenir ce liquide pur, inoffensif, voilà une condition *sine qua non*, condition bien difficile à réaliser, car, il ne faut pas l'oublier, les sucs végétaux contiennent des acides, des sels, du tannin, etc., et l'opération mérotomique a toujours pour effet d'introduire une partie de ces substances dans le liquide titré qui devra servir de milieu aux chloroplastes. L'expérimentateur bien informé de la composition chimique du végétal étudié, pourra peut-être neutraliser en une certaine mesure les substances nocives, et allonger de cette façon la période de nécrobiose [1] des chloroplastes.

Si l'étude de la *vie* des chloroplastes en dehors du protoplaste vivant est impossible, l'étude de la nécrobiose ne l'est peut-être pas. Or, les phénomènes de la nécrobiose jettent toujours quelque lumière sur les phénomènes de la vie normale.

### § 3. *Sur l'origine phylogénétique des chloroplastes.*

Les micrographes modernes ont formulé deux thèses importantes sur la formation des chloroplastes.

1. Les chloroplastes, leucoplastes, chromoplastes sont des formes diverses d'un seul et même organite : le chromatophore.

2. Les chromatophores ne reconnaissent d'autre ori-

[1] Nous employons le vocable *nécrobiose*, non dans l'acception où il a été pris par Nuesch et consorts (Nuesch, *Die Nekrobiose in morphologischer Beziehung*, Schaffhausen, 1875), mais dans le sens qui lui a été donné par Virchow (*Cellularpathologie*, 1871), et plus spécialement par Verworn (*Allgemeine Physiologie*, Iena, 1895, p. 320). Nous entendons par nécrobiose l'ensemble des phénomènes dont est le siège un organisme qui passe de l'état « physiologique » à l'état de mort.

Digitized by Google

gine que la subdivision de chromatophores préexistants. En d'autres termes les chromatophores constituent dans le développement ontogénétique des espèces végétales, et, en une certaine mesure, dans le développement phylogénétique, une lignée généalogique indépendante.

En réfléchissant sur ce fait, le naturaliste est inévitablement conduit à se demander [1] si cette lignée généalogique ne se poursuit pas dans le passé jusque dans les temps les plus reculés ; la cellule végétale, telle que nous la connaissons aujourd'hui chez les algues supérieures, les Bryophytes, les Ptèridophytes et les Phanérogames, ne se serait-elle pas constituée jadis par association d'organismes ayant origine différente : protoplasmes incolores, protoplasmes nucléaires, chloroplasmes (le chloroplaste est considéré avec quelque raison comme le type primitif du chromatophore) ?

Après tout, cette manière de concevoir l'origine de la cellule peut fort bien se soutenir.

Lui opposera-t-on cet argument absurde que les premiers organismes ont dû nécessairement être des protoplasmes à chlorophylle ?

Que savons-nous des conditions dans lesquelles s'est manifestée la vie à l'époque où il est convenu de placer son origine sur notre planète ?

Presque rien, et pourtant assez pour nous permettre de concevoir et sous une forme concrète [2], l'origine, le

[1] A notre connaissance cette question n'a été formulée que par Schimper (*Op. cit.*, p. 112, note).

[2] Nous n'en voulons donner pour exemple que l'élégante hypothèse de Pflüger : Die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen, in *Arch. f. gesammt. Physiol.*, X, 1875, p. 337 et suiv.

Digitized by Google

fonctionnement et la propagation de protoplasmes chimiquement analogues aux protoplasmes actuels, et cela sans avoir recours à la chlorophylle. Ce n'est pas ici le lieu de spéculer sur les origines de la vie, si origine il y eut. Il nous suffit d'avoir fait remarquer qu'on ne peut, dans cet ordre d'idées, trouver d'argument contre l'hypothèse que nous discutons. On n'en trouve pas davantage dans le fait que les chloroplastes actuels ne peuvent vivre indépendamment du chloroplaste dont ils sont l'un des organes, car on conçoit qu'une symbiose intime et très prolongée retentisse sur l'organisation des symbiotes au point de les rendre incapables de vie indépendante.

Nous voyons d'ailleurs se produire de nos jours des associations analogues à celles que l'on peut supposer s'être constituées dans un lointain passé.

Nous ne voulons pas parler de l'association lichénique, laquelle est en somme assez lâche dans la plupart des cas. Plus remarquables sont ces associations symbiotiques, observées depuis longtemps par les zoologistes entre radiolaires, spongiaires, etc., et de petites algues (?) vertes, brunes ou rouges, qualifiées de *zoochlorelles* et de *zooxanthelles* [1].

Citons enfin un cas de symbiose très intéressant, entre une petite algue verte et un ver Rhabdocoele, le *Convoluta Roscoffiensis*. Gottlieb Haberlandt [2], qui en a fait une étude, a reconnu que les destinées de l'algue sont étroitement liées à celles du ver ; après la mort de celui-ci,

[1] Karl Brandt, in *Mitth. d. zoolog. Station zu Neapel*, 1883 ; Mme Weber von Rossa, in *Annales du Jardin bot. de Buitenzorg*, 1890.

[2] G. Haberlandt, *Ü. den Bau und die Bedeutung der Chlorophyllzellen bei Convoluta Roscoffiensis*, Leipzig, 1891.

Digitized by Google

l'algue devient incapable de se diviser et ne peut prendre une membrane cellulosique.

Au surplus, l'hypothèse de l'origine symbiotique de la cellule, pour n'être pas improbable, ne s'impose nullement à la pensée. Que la complication actuelle de la cellule soit un produit de différenciation interne, qu'elle soit le résultat d'une association de plasmes différenciés isolément, les deux procédés ne sont-ils pas également dans la nature ?

---

*Principaux résultats de la seconde partie.*

1) Les chloroplastes d'*Elodea* sont composés *d'un réseau de substance dense, réfringente, support exclusif de la chlorophylle (chloroplastine)* et *d'une substance intersticielle incolore*, de *nature protéique comme la chloroplastine (métaxine)*.

2) Cette structure, *invisible dans la cellule intacte* (vivante ou non), *apparaît lorsqu'on observe les chloroplastes isolés dans des solutions isotoniques*. Dans ces solutions, *la forme et la structure des chloroplastes restent intactes*.

3) Cette structure ressort avec évidence :

*a*) dans les chloroplastes *isolés dans des solutions fortement hypisotoniques* (eau distillée). *La métaxine gonfle fortement par endosmose, se vacuolise et disjoint les trabécules du réseau de chloroplastine;*

*b*) dans les chloroplastes *pris dans des cellules traitées pendant quelques heures par le bioxyde d'hydrogène* ou le *ferrocyanure de potassium* (5 °/₀). Par l'action chimique de ces substances *le potentiel osmotique de la métaxine est*

Digitized by Google

*augmenté et le chloroplaste gonfle dans le protoplaste encore vivant;*

*c*) dans les chloroplastes isolés *dans des solutions salines fortement hypérisotoniques. Les trabécules de chloroplastine sont contractées et la métaxine gonfle un peu par l'action chimique de la solution.*

*Aucun de ces phénomènes de gonflement ne se produit en hiver. La composition chimique du chloroplaste varie donc suivant les saisons.*

4) Les chloroplastes d'*Elodea sont dépourvus d'une membrane plasmique différenciée, semblable par ses propriétés aux membranes périplasmiques ou vacuolaires.*

---

Digitized by Google

# TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos, p. 127.

Première partie. Des membranes plasmiques et des mouvements du protoplasme, p. 129.

Chap. I. Les membranes plasmiques et le système osmotique de la cellule, p. 129.

§ 1. Les membranes plasmiques, p. 129. -- § 2. Le système osmotique de la cellule, p. 134.

Chap. II. Mouvements du protoplasme, consécutifs à la plasmolyse, p. 136.

§ 1. Introduction, p. 136. — § 2. Exposé des expériences, p. 140. — § 3. Considérations générales, p. 149.

Chap. III. Nouvelles expériences sur l'isolement des vacuoles, p. 154.

§ 1. Procédé plasmolytique, p. 154. — §. 2. Procédé au ferrocyanure de potassium, p. 155. — § 3. Procédé au bioxyde d'hydrogène, p. 156.

Chap. IV. De la nature des membranes plasmiques, p. 157.

Principaux résultats de la première partie, p. 161.

Deuxième partie. Des chloroplastes, p. 163.

Chap. I. État actuel de nos connaissances sur la structure des chloroplastes. Méthodes d'investigation, p. 163.

§ 1. Coup d'œil historique, p. 163. — § 2. Théories modernes sur la structure des chloroplastes, p. 164. — § 3. Les méthodes d'investigation, p. 166.

Chap. II. Étude des chloroplastes d'*Elodea* dans la cellule intacte, p. 168.

Chap. III. Étude des chloroplastes par la méthode mérotomique, p. 174.

Introduction, p. 174. — § 1. Solutions isotoniques, p. 175. — § 2. Solutions hypisotoniques, p. 181. — Appendice. Étude

Digitized by Google

des chloroplastes gonflés par l'action du bioxyde d'hydrogène et du ferrocyanure de potassium, p. 187. — § 3. Solutions hyperisotoniques, p. 189.

Chap. IV. Questions générales, p. 194.

§ 1. Idées sur le mécanisme de la décomposition de l'acide carbonique dans les plantes, p. 194. — § 2. Les chloroplastes peuvent-ils vivre en dehors du cytoplasme vivant ? p. 196. — § 3. Sur l'origine phylogénétique des chloroplastes, p. 199.

Principaux résultats de la seconde partie, p. 202.

EXPLICATION DES FIGURES, p. 206.

Digitized by Google

## EXPLICATION DES FIGURES

Tous les dessins sont faits d'après les esquisses à la chambre claire. (Obj. Hartnack V et IX) et se rapportent à *Elodea canadensis.*

Fig. 1. Cellule de la couche supérieure d'une feuille. *Plasmosynagie* avec systrophe, ou accumulation du protoplasme circulant induite par la plasmolyse prolongée (saccharose 17 %, 48 heures) Voir Ire part., chap. II, § 2 A et B.

Fig. 2. Cellule de la couche supérieure d'une feuille. La *plasmosynagie* est en *régression* et le protoplaste a donné naissance à quatre petits protoplastes incomplets (*globules protoplasmiques*) dont deux se sont désorganisés. Dans le protoplaste principal, le polioplasme en synagie a émis des pseudopodes qui ne traversent pas le lumen vacuolaire, mais s'introduisent entre les couches hyalines extrêmes du protoplasme.

Dans les globules encore vivants qui sont des sphérules creuses, les aréoles plus claires représentent des zones où le polioplasme fait défaut, les couches hyalines extrêmes se trouvant en contact (érythrite 10 %, 4 jours). Voir Ire part., chap. II, § 2 B.

Fig. 3. Globule protoplasmique dont le protoplasme est en synagie.

Fig. 4-8. Formes diverses de globules protoplasmiques.

Fig. 9. Cellule de la couche supérieure d'une feuille. La vacuole a été isolée par la méthode décrite Ire part., ch. III, § 1.

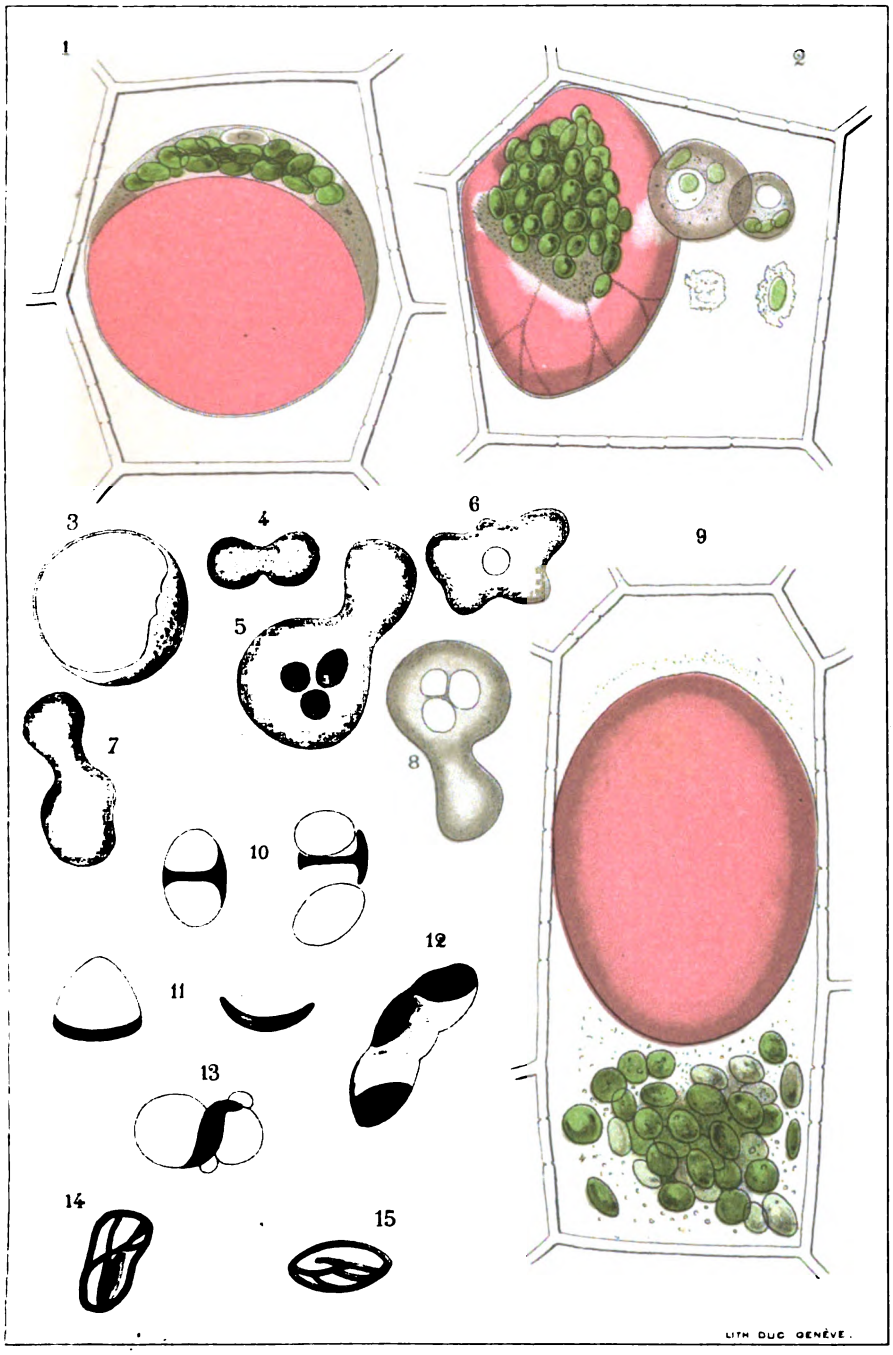
Fig. 10-11. Chloroplastes amylifères isolés dans le nitrate de potassium à 5 %. A gauche, les chloroplastes intacts, à droite, l'émission des grains d'amidon provoquée par addition d'eau distillée. Voir IIe part., chap. III, § 3.

Fig. 12. Chloroplaste amylifère composé isolé dans le nitrate de potassium à 5 %. Le grain d'amidon a gonflé mais reste adhérent à son générateur. Voir IIe part., chap. III, § 3.

Fig. 13. Chloroplaste pris dans une cellule soumise pendant quelques heures à l'action du bioxyde d'hydrogène. Le chloroplaste a gonflé et s'est vacuolisé. Voir IIe part., chap. III, § 2, appendice.

Fig. 14-15. Chloroplastes pris dans des cellules soumises pendant quelques heures à l'action du ferrocyanure de potassium à 5 %. La métaxine a gonflé et s'est vacuolisée, disjoignant les trabécules du réseau de chloroplastine, support exclusif du pigment chlorophyllien. Le chloroplaste de la fig. 14 contient un grain d'amidon. Voir IIe part., chap. III, § 2, appendice.

Digitized by Google




Digitized by Google
UNIV OF MICH

Digitized by Google

# LE LABORATOIRE

DE

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

A

## L'EXPOSITION NATIONALE SUISSE DE GENÈVE 1896

PAR

**John BRIQUET**

---

Le Laboratoire de botanique générale de l'Université de Genève a été représenté à l'Exposition nationale suisse de 1896 par une vitrine située dans le groupe XVII (Instruction et Sciences), dans la section universitaire genevoise.

Au début, M. le professeur Thury, directeur du Laboratoire, s'était montré peu disposé à participer à l'Exposition. Il estimait, non sans quelque raison, qu'il ne rentre pas dans les attributions d'un laboratoire d'étaler aux yeux du public des collections de figures ou de dessins. Envisagés au point de vue artistique, ceux-ci ont leur place ailleurs ; considérés au point de vue scientifique, ils ne présentent rien qui ne puisse se faire et ne se fasse partout. De plus, la valeur scientifique d'une collection d'esquisses anatomiques ou morphologiques dépend beaucoup de l'emploi qu'en a su faire l'auteur ; elle est en



Digitized by Google

relation intime avec un texte précis que les figures sont simplement destinées à commenter. Il va sans dire qu'une exposition est le lieu le moins propice possible pour juger de ces divers points. Dans l'industrie, dans les arts et, jusqu'à un certain point, dans les procédés d'instruction élémentaire, il en est autrement; on peut comparer directement la valeur intrinsèque des produits exposés et établir plus facilement une échelle de leur excellence relative.

Tout en reconnaissant le bien-fondé de ces observations, nous avons pensé — et M. le professeur Thury s'est mis en cela d'accord avec nous — que nous pouvions faire porter notre exposition sur des points différents de ceux mentionnés plus haut. Montrer à nos confrères étrangers des instruments utiles, peu répandus ou nouveaux, exposer les outils de travail usités dans la pratique de notre Laboratoire et que l'on ne connaît pas ailleurs sous la même forme, enfin exhiber des pièces de démonstration originales : voilà un but utile que nous pouvions nous proposer. Nous en sommes venus, comme on voit, non pas à dessiner, à faire dessiner ou à reproduire *pour la circonstance,* un nombre aussi grand que possible de planches destinées à orner une vaste surface de paroi, ce qui se fait en général dans les expositions de ce genre, mais à mettre en œuvre autant que possible les matériaux *déjà existants* pour donner à nos visiteurs des idées nouvelles et leur permettre d'apprécier de visu les moyens de travail dont disposent les botanistes dans notre Laboratoire.

L'indécision dont il a été question plus haut a retardé notre petite exposition presque jusqu'au dernier moment, de sorte que nous n'avons plus pu disposer que d'une

Digitized by Google

place restreinte, suffisante cependant pour le but que nous poursuivons. Notre vitrine avait 1 m. 80 de hauteur, 2 m. de largeur et 0,75 cm. de profondeur.

Nous pouvons dire que le but que nous nous étions proposé a été atteint. Les botanistes qui ont vu notre petite exposition ont non seulement été intéressés par son contenu, mais ont même parfois adopté pour eux ou les établissements qu'ils dirigeaient quelques-unes de nos productions. Arrivés à la fin de l'Exposition nationale, nous avons donc pensé qu'il ne serait pas inutile de passer en revue le contenu de notre vitrine, de façon à ne pas laisser perdre le souvenir de ce petit événement de la vie du Laboratoire. Il peut aussi être avantageux de fournir à nos successeurs un terme de comparaison pour les expositions futures qui pourront éventuellement avoir lieu en Suisse. Enfin, c'est pour nous une occasion de réunir les descriptions de quelques instruments intéressants et de résumer l'histoire de notre Laboratoire. Nous diviserons cette revue en six paragraphes, comme suit : les instruments pour expériences physiologiques; les instruments d'analyse morphologique; les pièces de démonstration dans les cours ; les procédés de reproduction de dessins botaniques ; les travaux d'élèves ; enfin quelques mots sur l'historique du laboratoire de botanique générale.

## § 1. Instruments pour expériences physiologiques.

1. *Clinostat* (système de M. le prof. Thury[1]). — Cet ingénieux appareil marchant avec un système de poids et de poulies, à rotation réglée par un mouvement d'horlo-

[1] Cet instrument peut être commandé à la Société genevoise pour la contruction des instruments de physique.

Digitized by Google

gerie, prend trop de place pour que nous ayons pu songer à l'exposer. Deux photographies représentent une expérience montée, vue de deux côtés différents. Nous n'insistons pas sur cet appareil qui fait l'objet d'une note de M. Thury insérée dans ce numéro de notre *Bulletin*.

2. *Idiomètre*[1] (appareil pour l'étude de la transpiration des plantes). — Cet appareil, combiné et utilisé en 1894 et 1895 par M. Tswett en vue de recherches exactes sur la transpiration, est beaucoup trop volumineux pour avoir pu être exposé. Au laboratoire, on ne le conserve pas monté, faute de place. L'appareil se compose d'une cloche en verre posée sur un trépied, dans laquelle se trouve la plante en expérience. La cloche communique d'une part par plusieurs tubes en U, remplis de chlorure de calcium, avec un gazomètre de forte contenance fonctionnant comme aspirateur. D'autre part, elle est en relation avec un tube qui lui amène de l'air sec. La cloche est pourvue d'un thermomètre à mercure et d'un petit manomètre. On évalue la quantité d'eau transpirée par la différence de poids du chlorure de calcium avant et après l'expérience. — A sa partie inférieure, la plante a la tige prise dans un tuyau en caoutchouc qui communique avec un long tube de verre. Ce tube capillaire repose horizontalement sur une règle graduée. On peut donc lire directement à la loupe au moyen de l'échelle les quantités d'eau absorbées. — L'appareil est représenté en photographie placé sur une table à mi-hauteur de l'aspirateur. L'intérêt qu'il présente consiste dans le fait qu'en combinant les deux méthodes usitées pour l'étude

[1] De *ἰδίω*, *je sue* et *μέτρον*, *la mesure*.

Digitized by Google

de la transpiration, il permet de comparer directement les quantités d'eau absorbées et celles exhalées dans la même unité de temps, et par conséquent de faire une critique raisonnée de la méthode dite d'absorption.

3. *Antitypiomètre*[1] (appareil pour déterminer le module de résistance des tissus à la traction et à la rupture). — Cet appareil a été construit en 1890 par la maison Thury et Amey, à Genève, sur les indications de l'auteur de cet article. L'idée mère nous en a été donnée par M. le prof. Schwendener, de Berlin, dans son cours « les problèmes mécaniques en botanique » que nous avons eu le grand plaisir d'entendre en 1890. M. Detmer a construit quelque chose d'analogue[2], mais l'expérience nous a montré que son système ne donnait pas comme précision tous les résultats que l'on peut, sans exagération, demander à un instrument de ce genre ; il consiste en effet en un assemblage de pièces par trop mobiles. — Notre instrument se compose essentiellement d'un appareil indicateur placé à la partie supérieure d'un bâtis en bois haut de 1 m. 10, reposant sur une plateforme carrée en bois massif de 900 cm² de surface. L'appareil indicateur est porté par un plateau en bois qui peut se déplacer d'avant en arrière ; il est fixé au moyen d'une vis de serrage. Il se compose d'une poulie de 8 mm. de diamètre, dont l'arbre tourne librement entre deux pivots et porte une aiguille indicatrice équilibrée, longue de 75 mm., courant sur un cadran fixe semi-circulaire qui

[1] De *ἀντιτυπία la résistance* et *μέτρον, la mesure.* — Peut être commandé à la maison Thury et Amey, constructeurs-mécaniciens à Genève.

[2] Detmer, *Manuel technique de physiologie végétale*, p. 387. Ed. franç. Paris 1890.

Digitized by Google

porte la division. Celle-ci indique donc un allongement de 0,1 mm. pour chaque division. La course totale est de 12 mm. — Le bâtis porte, à 8 cm. au-dessous de l'appareil indicateur, une console soutenant une pince en bois, serrée au moyen de deux vis, et servant à tenir la partie supérieure de l'organe en expérience. La partie inférieure de ce dernier est prise dans une pince en bois munie d'un crochet et d'un plateau ; de manière à pouvoir être chargée de poids. Elle est également pourvue d'un petit anneau auquel s'attache le fil qui va passer sur la poulie de l'appareil indicateur et qui est maintenu par un petit contrepoids. Ce fil traverse la console et la pince supérieure par un orifice ménagé à cet effet. — Cet instrument, d'un emploi facile, permet d'évaluer avec une précision suffisante des allongements de 0,05 mm. Il est par conséquent fort pratique pour déterminer rapidement et avec une précision suffisante les modules de résistance et les coefficients d'élasticité des tissus.

4. *Turbine de laboratoire, pour utiliser la force d'une chute d'eau* [1]. — On est fréquemment embarrassé dans les laboratoires de second ordre, pour avoir la force motrice d'intensité moyenne que réclament certaines expériences. Un poids, et à plus forte raison un ressort, constituent pour ces cas des magasins de force généralement insuffisants, et l'on ne dispose pas toujours d'un courant électrique capable d'actionner une dynamo.

Mais il est rare qu'un laboratoire ne dispose pas d'une certaine quantité d'eau arrivant sous pression moyenne,

[1] Cette description est due à M. le prof. Thury. La turbine a été construite à la Société genevoise pour la construction des instruments de physique, où on peut la commander.

Digitized by Google

soit d'une canalisation générale, soit d'un réservoir situé aux étages supérieurs de l'édifice.

Nous avons combiné une petite turbine dont les proportions conviennent aux circonstances précitées et qui utilise avec peu de perte la force de l'eau.

Le moteur est en laiton, métal peu oxydable dans l'eau comme dans l'air. Le diamètre de la turbine, au récepteur, est d'environ 22 centimètres. Le nombre des aubes courbes est de 50, actionnées à volonté par 1, 2 ou 3 jets. Une poulie fixée sur l'axe reçoit une corde pour la transmission du mouvement. L'eau motrice est amenée dans la turbine par un tube de caoutchouc. L'instrument total est léger et facilement transportable.

Nous croyons que ce modeste appareil peut rendre de bons services dans quelques laboratoires.

5. *Cathétomètre destiné à mesurer directement les trois coordonnées rectangulaires d'un point dans l'espace* (pour recherches de précision sur la croissance)[1]. — Le cathétomètre est l'instrument le plus précis que l'on puisse employer pour mesurer l'accroissement des plantes; mais cet instrument ne mesure que les dimensions strictement verticales, et se trouve en défaut lorsqu'il s'agit de l'accroissement d'axes secondaires ou d'organes latéraux.

Le sommet de l'axe primaire lui-même ne parcourt jamais, dans sa croissance, une ligne parfaitement verticale; il s'incline constamment de côté et d'autre par nutation et par héliotropisme, et ces mouvements latéraux ne sont pas moins intéressants à suivre et à mesurer que

[1] Nous devons la description de cet instrument à l'obligeance de M. le prof. Thury. Ce cathetomètre peut être commandé à la Société genevoise pour la construction des instruments de physique.

Digitized by Google

la seule composante verticale donnée par les cathétomètres ordinaires.

Nous avons pensé qu'il serait utile de modifier le cathétomètre et de le compléter pour le rendre propre à mesurer à la fois les trois dimensions de l'espace. Dans ce but la colonne verticale de l'instrument a été installée sur un double chariot rectangulaire horizontal convenablement gradué. L'objectif, à court foyer, ne peut être mis au point que par le mouvement de l'un des chariots horizontaux, mesurant la composante de profondeur.

La graduation donne les dixièmes et les centièmes de millimètre : les dixièmes directement pour les grandes longueurs, les centièmes — et par vernier les millièmes — pour des longueurs plus petites dans lesquelles peuvent se décomposer les grandes longueurs. Ce résultat est obtenu de la manière suivante : La composante de profondeur seule est donnée directement en centièmes par le moyen d'une vis à tête graduée ; celle de hauteur est donnée en centièmes sur 40 millimètres de longueur totale, par un micromètre de Fraunhofer, vertical, courant le long de la colonne verticale, et pouvant être fixé sur celle-ci à une hauteur quelconque. Ce micromètre peut aussi être tourné horizontalement et donne alors la seconde composante horizontale sur une longueur de 40 millimètres avec l'approximation du centième. Avec le même micromètre, incliné d'un angle voulu, on peut mesurer directement une ligne de même inclinaison.

Les plus grandes dimensions mesurables avec l'instrument décrit sont les suivantes : 1. Composante horizontale de profondeur 70 millimètres; 2. Composante horizontale de largeur 200 millimètres; 3. Composante de hauteur, 550 millimètres.

Digitized by Google

## § 2. Instruments d'analyse morphologique [1].

1. *Loupe montée pour les exercices pratiques d'organographie.* — Cet instrument est en usage constant au laboratoire. La loupe et la table à dissection sont entièrement distinctes. La table à dissection se compose d'une platine solide en verre portée par un montant en laiton; au-dessous de la platine se trouve un miroir. De chaque côté se trouve un plot de bois qui sert de point d'appui aux mains. La hauteur de la platine est de 15,5 cm.; celle des plots de 10 cm. La loupe est portée par un support en fer ou tringle haute de 35 cm., par l'intermédiaire de 3 bras placés bout à bout. Le premier bras, long de 20 cm., est fixé à la tringle par un ressort sur lequel appuie une vis de serrage. Le second bras, long de 7 cm. seulement, est perpendiculaire au précédent et peut tourner autour de lui. Enfin le troisième bras, long de 10 cm., est articulé avec le précédent au moyen d'une boule; il se termine par une pince destinée à recevoir une loupe de même forme que les loupes d'horlogers. Grâce au système d'articulation qui vient d'être mentionné, la loupe peut être tournée dans tous les sens. Cet instrument, ainsi que les suivants, a été combiné par M. le prof. Thury.

2. *Loupe montée pour recherches d'organogénie (modèle n° 1).* — Cette loupe est caractérisée par l'absence de platine. La platine est remplacée par une pince métallique, en forme de douille, dans laquelle on glisse l'objet à examiner, qui est fixé au moyen d'une vis de serrage.

[1] Les instruments décrits ici peuvent être commandés à la Société genevoise pour la construction des instruments de physique.

Digitized by Google

La pince peut tourner autour de son axe et être avancée ou reculée au moyen d'un manche qui se meut dans une douille. Mais comme la douille est portée par une tige articulée, il en résulte que l'on peut faire prendre à l'objet que l'on examine toutes les positions que l'on veut sans qu'il sorte du foyer de la loupe. Ici on obtient donc le contraire de ce qui est réalisé dans l'instrument précédemment décrit, où l'objet restait immobile, tandis que la loupe pouvait être déplacée tout autour de lui. La loupe, dans ce modèle, est fixée à l'extrémité d'un bras horizontal monté au sommet d'un cylindre qui est mobile de haut en bas dans une douille. Le bras horizontal peut être mu d'avant en arrière. On voit d'ici les grands avantages qu'a ce système où l'objet est mobile, pour les recherches sur le développement de la fleur, du bourgeon, etc.

3. *Loupe montée pour recherches d'organogénie* (*modèle n° 2*). — Cette loupe est construite sur le même type que la précédente. Seulement la pince est remplacée par un petit plateau en verre. Il est des cas où les objets sont trop petits pour qu'ils puissent être tenus au moyen d'une pince. Dans ces cas, on pourra les fixer au plateau de verre qui peut être retourné.

4. *Loupe montée pour recherches d'organogénie* (*modèle à crémaillère*). — Cette loupe ressemble beaucoup au modèle ci-dessus décrit n° 1. L'appareil optique est monté sur une boîte dans laquelle les accessoires nécessaires pour les travaux de dissection peuvent être soignés. Ici le mouvement d'avant en arrière de la tige qui porte la loupe, aussi bien que le mouvement vertical sont réglés au moyen des crémaillères. Cet instrument n'est au fond qu'une variante du modèle n° 1.

Digitized by Google

## § 3. Pièces de démonstration dans les cours.

Nous avons renoncé, dès le début, à placer dans notre vitrine des planches dessinées ou peintes : nous n'avions pas de place pour cela. En revanche, le Laboratoire expose des *modèles de parcours de faisceaux dans la tige de diverses Dicotylédones*, modèles qui sont à notre connaissance les premiers construits en Suisse [1], et qui constituent la partie la plus originale de notre petite exposition. Sauf un seul (celui du *Clematis viticella*), toutes les courses de faisceaux représentées correspondent à des travaux originaux exécutés au Laboratoire.

Les faisceaux sont figurés par des tiges de laiton cylindriques et vernies. L'ensemble des faisceaux de la tige repose sur un plateau en bois verni dans lequel les divers faisceaux sont fixés. Nous avons eu l'occasion de voir à Berlin en 1890, à l'Exposition internationale d'horticulture, dans le département scientifique, des modèles construits à Berlin et à Graz. Nous devons dire cependant que ces modèles étaient beaucoup moins finis et que le spectateur peu au courant des recherches anatomiques de cet ordre avait de la peine, quand la course était compliquée, à s'orienter sur la position des feuilles et aussi des rameaux lorsqu'on veut représenter l'insertion des faisceaux gemmaires. Nos modèles portent à l'extrémité des massifs sortants une petite lame en tôle ayant la forme d'un limbe foliaire. L'insertion des ra-

[1] Ces modèles ont été construit à la Société genevoise pour la construction des instruments de physique, où on peut en commander de semblables.

Digitized by Google

meaux est signifiée par une étoile à plusieurs branches peinte d'une couleur spéciale. De cette façon, l'étudiant peut rapidement s'orienter sur la forme du système libéro-ligneux foliaire, la disposition des réparateurs, etc.

Les modèles exposés sont au nombre de 5 énumérés ci-après.

1. *Cuphea ignea* DC. (Lythrariacées). — Ce modèle, haut de 40 cm., a été construit d'après le plan de M. Boubier, docteur ès sciences, conformément à ses recherches récentes sur le sujet [1]. Dans ce modèle les faisceaux gemmaires qui donnent une bonne idée du mode d'insertion des rameaux extra-axillaires, sont peints en vert, tandis que le reste est blanc.

2. *Galeopsis Ladanum* L. (Labiées). — Ce modèle, haut de 46 cm., sert d'exemple pour un système de course à trace foliaire difasciculée. Il a été construit d'après les plans de l'auteur de ces lignes, conformément à la description de sa monographie [2].

3. *Passage de la racine à la tige chez les Gamopétales* (type réalisé par les Labiées et les Solanées). — Ce modèle haut de 42 cm., est un des plus utiles pour l'enseignement, où les descriptions sont un peu difficiles à comprendre pour les débutants. Les faisceaux libériens sont peints en rouge, les faisceaux ligneux en bleu, et les trachées initiales sont figurées par un petit cordon blanc. On voit ainsi fort bien le changement de position des faisceaux ligneux et libériens de la racine qui deviennent libéro-

[1] Boubier, Recherches anatomiques sur l'inflorescence des *Cuphea* alterniflores in *Bull. du Lab. de bot. gén. de Genève*, I, p. 92-99. (*Bull. de l'Herb. Boiss.*, IV, 1896.)

[2] Briquet, *Monographie du genre Galeopsis*. Bruxelles, 1893, p. 42.

Digitized by Google

ligneux dans la tige, et surtout le déplacement relatif des trachées initiales qui appartiennent dans la racine à un massif centripète, tandis qu'elles appartiennent dans la tige à un massif centrifuge. — Ce modèle intéressant a été construit d'après les plans de M. Tswett, Dr ès sciences, conformément à nos recherches chez les Labiées[1] et aux siennes propres chez diverses Gamopétales.

4. *Clematis viticella L.* (Renonculacées). — Haut de 55 cm., ce modèle noir est extrêmement élégant. Les difficultés de construction sont ici assez considérables, vu le grand nombre des faisceaux et la complication de leur parcours. C'est un exemple de trace foliaire trifasciculée. La construction a été faite d'après les recherches de Nägeli[2], selon les plans de M. le prof. Thury.

5. *Myoporum acuminatum* R. Br. (Myoporacée). — La trace foliaire est unifasciculée; la course correspond à un type rare chez les Dicotylédones. Ce modèle, haut de 55 cm., a été construit d'après nos plans en suivant nos recherches sur la matière[3].

## § 4. Procédés de reproduction des dessins botaniques.

Nous avons réuni une collection à peu près complète des dessins provenant de nos publications scientifiques personnelles. Cette collection n'a pas pour but de faire

[1] Briquet, loc. cit. p. 27 et suiv.

[2] Nägeli, *Beiträge zur wiss. Botanik*. Leipzig 1858, I, p. 110 et 111, tab. XIV.

[3] Briquet, *Recherches anatomiques sur l'appareil végétatif des Phrymacées, Stilboïdées, Chloanthoïdées et Myoporacées*. 1 vol. in-4. A l'impression.

Digitized by Google

une exhibition scientifique et encore moins artistique, tous ceux qui s'intéressent aux sujets traités remontant de préférence aux mémoires originaux. Nous avons plutôt voulu permettre de comparer, au point de vue de leurs avantages et de leurs désavantages, les divers procédés utilisés à Genève pour la reproduction des dessins. Les procédés représentés sont au nombre de trois : la *zincographie*, la *lithographie* et la *phototypie*. Des séries illustrent bien ces trois méthodes.

L'avantage en anatomie est essentiellement à la *zincographie*. Les lignes qui sont là la chose importante, ressortent avec toute la netteté et la finesse que l'on peut désirer, à condition que le papier du tirage soit assez lisse et la réduction du dessin assez considérable. Beaucoup de ces zincographies valent presque des gravures sur bois ou sur cuivre. Le prix modique du procédé (7 centimes le centimètre carré) le rend aussi extrêmement pratique.

La *lithographie* aura toujours un avantage incontestable lorsqu'on veut donner une idée vivante d'un objet dans l'espace. Les ombres y sont ménagées à la guise du dessinateur, tandis qu'en zincographie le trait est à peu près la seule ressource de l'auteur. Sans doute, l'habileté du dessinateur peut venir en aide aux imperfections du procédé zincographique, mais sans jamais les supprimer. C'est ce que mettent d'autant plus nettement en évidence les dessins exposés, que notre inexpérience en matière de dessin exagère les défauts de la zincographie toutes les fois que la perspective et les ombres sont en jeu.

Quant à la *phototypie*, elle a sans doute de grands avantages; mais lorsqu'il s'agit de dessins relativement

Digitized by Google

petits et peu nombreux, elle revient plus cher que les procédés précédents. [1]

La gravure, peu usitée dans les mémoires originaux, et l'autotypie ne sont pas représentées dans nos séries. La chromolithographie, dont la planche III de ce *Bulletin* donne un exemple assez réussi, a l'inconvénient de revenir assez cher.

## § 5. Travaux d'étudiants.

La question s'est posée de savoir s'il convenait de demander aux étudiants qui suivent les exercices pratiques d'*organographie* (*anatomie et morphologie*) de contribuer à notre exposition par des travaux personnels ou des dessins exécutés au cours des exercices. Nous ne l'avons pas fait à cause des objections présentées par M. le prof. Thury et énumérées au commencement de cet article. Le temps dont on dispose dans ces exercices est d'ailleurs si restreint qu'il eût été difficile de demander aux étudiants d'en sacrifier encore une partie dans un but d'utilité douteuse.

Indépendamment des travaux exposés sous forme d'instruments, de dessins ou de publications, nous retrouvons ceux de M. Tswett (idiomètre, passage des faisceaux de la racine à la tige, article sur un nouveau procédé de macération), et de M. Boubier (recherches sur la course des faisceaux dans la tige des *Cuphœa*, avec modèle).

[1] Les planches exposées ont été reproduites à Genève par les maisons Duc (lith.) Chevalley (phototyp.) et la Société anonyme des arts graphiques (zincogr.).

Digitized by Google

M. G. Hochreutiner, Dr ès sc., a bien voulu nous communiquer et expose, à titre personnel, de forts beaux dessins en couleur, représentant les divers types anatomiques de phyllodes d'*Acacia*; ces dessins sont extraits de la monographie anatomique des *Acacia* phyllodinés à laquelle l'auteur travaille actuellement au Laboratoire de Botanique générale.

## § 6. Historique.

Pour terminer cet aperçu, il convient de rappeler en quelques mots l'histoire du Laboratoire. Notre vitrine n'expose, en fait d'objets historiques que le cours de botanique d'A.-P. de Candolle. Pour être renseigné à ce sujet, il faut recourir à la vitrine centrale de l'Université de Genève qui contient un volume sur l'histoire de l'Université, rédigé sous la direction de M. Borgeaud[1].

Nous reproduisons ici les détails communiqués par M. le prof. Thury et par nous.

Jusqu'en 1815, l'ancienne Académie de Genève ne possédait pas de chaire spéciale pour l'histoire naturelle. En 1815, une chaire d'histoire naturelle fut créée pour A.-P. de Candolle qui enseignait simultanément la zoologie et la botanique. Cet état de choses dura jusqu'en 1835, époque à laquelle on sépara la zoologie de la botanique. Le titulaire de la chaire de botanique de 1835 à 1850 fut Alphonse de Candolle. En 1850, à la suite d'événements politiques qui amenèrent la retraite de la plupart des anciens professeurs, Alphonse de Candolle donna sa démission et fut remplacé par le professeur

[1] *L'Université de Genève et son histoire*, vol. in-4. Genève 1896. *Faculté des Sciences* par Ch. Soret et Em. Yung, p. 59 et 63-64.

Digitized by Google

Marc Thury. Ce dernier n'a cessé depuis cette époque de donner des cours d'organographie et de physiologie végétales, suivis des éléments de la classification, de démonstrations pratiques et d'excursions. Pendant toute cette première période, la plus grande partie du cours roulait, comme de juste, sur la botanique générale. Il n'y avait pas de laboratoire dans lequel des travaux pratiques suivis ou des recherches originales pussent être exécutés.

En 1871, un enseignement de botanique médicale et pharmaceutique fut détaché de celui de la botanique générale et confié au professeur Jean Müller (Arg.). Ce dernier était alors conservateur de l'herbier de Candolle et privat-docent à la Faculté des sciences depuis 1868. Cet enseignement fut le précurseur du cours de botanique systématique, médicale et pharmaceutique définitivement organisé depuis 1876.

Lors de l'organisation nouvelle de l'Université en 1874, on n'avait rien prévu pour l'enseignement pratique de la botanique[1]. M. le prof. Thury insista pour que l'on installât un laboratoire dont le besoin s'était de tout temps fait sentir. Grâce à l'appui de Carl Vogt, dont l'esprit large se manifesta clairement en cette occasion comme en tant d'autres, il fut donné satisfaction à la demande du professeur de botanique. Le Laboratoire de botanique générale, situé au rez-de-chaussée des bâtiments universitaires, fonctionne depuis 1877. Il servait primitivement à la répétition des principales expériences physiologiques mentionnées dans le cours et à des travaux d'organographie. On y réunissait les élèves au nombre de 6 à 15,

[1] Nous tenons ce détail de M. le prof. Thury.



Digitized by Google

trois fois par semaine durant une ou deux heures. Ces exercices ont été maintenus jusqu'à nos jours. L'expérience nous a en effet montré que beaucoup d'étudiants arrivent à l'Université insuffisamment préparés sur des chapitres même fort élémentaires. Il devient dès lors nécessaire de combler par un enseignement élémentaire pratique ces déficits fâcheux. Les exercices débutent donc par l'étude sur le vif de l'organisation externe des plantes supérieures (racine, tige, feuille, fleur, fruit.). Puis ces organes sont étudiés au point de vue histologique, et les leçons complétées par quelques recherches sur certains groupes de Cryptogames.

De 1877 à 1887, il n'y avait pas d'assistant au Laboratoire. Des étudiants de bonne volonté coopéraient seuls à la bonne marche des expériences et des exercices. En 1887 et 1888, l'étudiant qui faisait fonction d'assistant fut officiellement indemnisé. Enfin, depuis 1889, le directeur du Laboratoire dispose du concours d'un assistant[1], ce qui lui a permis de donner plus d'extension à son enseignement pratique. Depuis 1891, des exercices spéciaux de physiologie et d'histologie végétales, de 3 à 4 heures par semaine, durant toute l'année, y ont été institués à l'usage des élèves ayant achevé leurs études élémentaires. L'anatomie comparée des plantes vasculaires y est faite en détail, ainsi que des recherches sur les principaux groupes de Cryptogames (Myxomycètes, Algues, Champignons et Lichens, Muscinées et Ptéridophytes). Les exercices pratiques de physiologie portent sur la nutrition (cultures dans l'eau), la respiration, l'assimilation,

[1] M. Petit-Jean (1889-1891) a fonctionné comme premier assistant régulier.

Digitized by Google

la transpiration, la circulation des liquides dans le corps, les tropismes, etc. On ne néglige pas non plus les phénomènes de physiologie cellullaire (osmose, turgescence, etc).

Le laboratoire est ouvert toute la journée aux étudiants avancés qui désirent se livrer à des recherches originales. Une place particulière est mise à leur disposition, et ils peuvent utiliser les collections de préparations histologiques, les modèles en bois ou en papier mâché, les appareils pour les expériences physiologiques, des microscopes de divers modèles, 40 loupes montées, un grand microtome, une serre mobile, permettant d'opérer dans des conditions déterminées de chaleur et d'humidité, etc. La bibliothèque, complétée peu à peu chaque année, est encore très insuffisante, mais dans une ville comme Genève, où existent de grandes bibliothèques botaniques particulières, facilement accessibles aux chercheurs, ce déficit n'a pas d'aussi graves conséquences qu'il en aurait ailleurs.

Trois dissertations pour le doctorat sont sorties du Laboratoire de botanique générale[1], ainsi que plusieurs mémoires originaux. Par la publication de ce *Bulletin*, nous espérons désormais n'être plus obligés d'épar-

[1] Briquet, J., *Résumé d'une monographie du genre Galeopsis*. Genève 1891, 30 p. in-8.

Hochreutiner, G., *Etudes sur les Phanérogames aquatiques du Rhône et du port de Genève*. Paris 1896, 60 p. in-8, 1 pl. (*Revue générale de Bot.* VIII). — Cette thèse, commencée dans le Laboratoire de botanique systématique, a été achevée au Laboratoire de botanique générale.

Tswett, M., *Etudes de physiologie cellulaire*. Genève 1896, 84 p. in-8, 1 pl. en couleurs (dans ce *Bulletin*).

Digitized by Google

piller les résultats des travaux tant des maîtres que des élèves.

L'intérieur actuel du Laboratoire de botanique générale, dans lequel nous commençons à nous trouver à l'étroit, est représenté à l'Exposition par deux vues photographiques d'ensemble.

---

Digitized by Google

# APPAREIL GÉNÉRAL DE ROTATION

POUR

LES EXPÉRIENCES

SUR LE

# GÉOTROPISME ET L'HÉLIOTROPISME

PAR

**M. THURY**

(Avec 2 figures.)

---

Les instruments destinés aux recherches scientifiques peuvent être combinés suivant deux modes différents : un instrument spécial pour chaque expérience, ou bien des instruments généraux servant à plusieurs expériences qui ont, en quelque sorte, un but général commun.

Avec le premier mode, les expériences sont plus faciles et leur préparation plus rapide, mais il exige un grand nombre d'appareils, coûteux en somme, et qui encombrent les laboratoires.

Le second mode a des inconvénients corrélatifs aux avantages du premier, mais il offre l'avantage capital de se prêter beaucoup plus facilement à des combinaisons nouvelles et à la diversité des expériences ; pour ce motif il doit être préféré dans bien des cas. De plus, lorsque les ressources financières se concentrent sur un petit nombre d'instru-



Digitized by Google

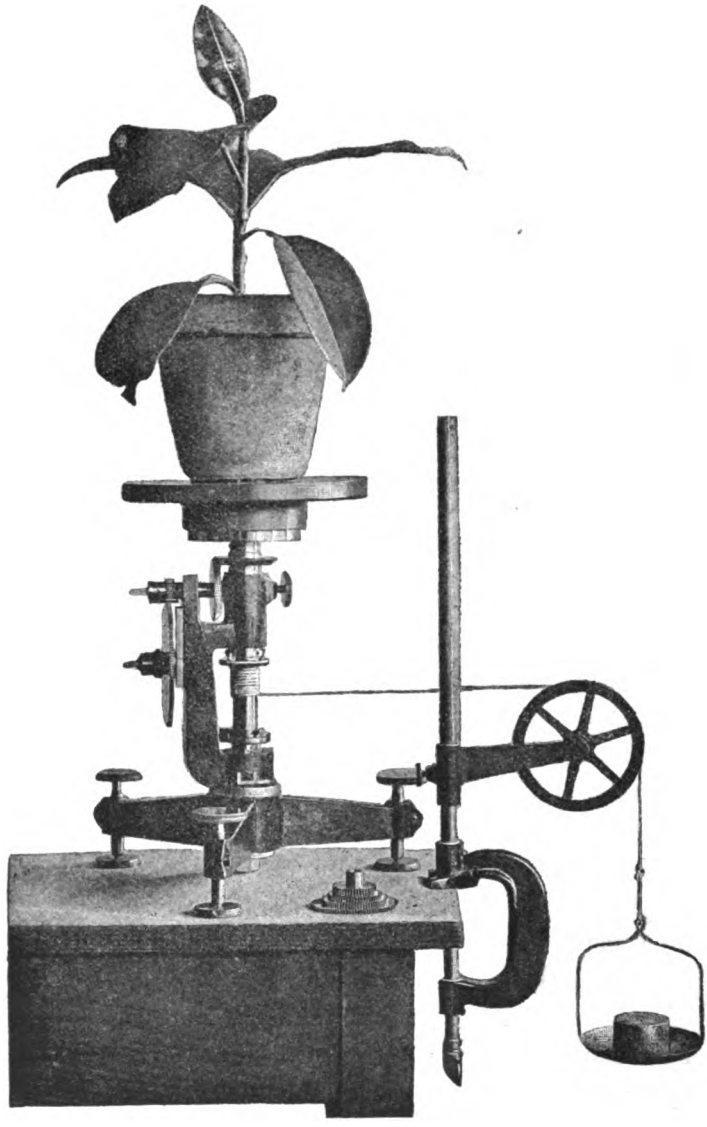


**Fig. 1. — Appareil à axe vertical, à plateau horizontal, en vue de l'égalisation de l'action de la lumière sur la plante. — Le mouvement d'horlogerie moteur n'est pas représenté dans cette figure.**

Digitized by Google

ments, ils peuvent être plus parfaits, et leur emploi habituel favorise l'esprit d'exactitude.

Cependant les appareils spéciaux reprennent leurs avantages lorsque les ressources abondent et qu'il s'agit d'atteindre au plus haut degré possible d'exactitude.

Dans les arts, il arrive souvent que des appareils très spécialisés et coûteux procurent, dans un emploi prolongé, le maximum d'économie.

Comme synthèse entre les deux cas mentionnés se place la combinaison habituelle, où chaque but bien défini est rempli par un instrument spécial, tandis que l'association de ces instruments entre eux, aidée de quelques pièces accessoires, permet une très grande variété d'expériences et de recherches.

Ces principes, mis en œuvre avec le discernement nécessaire, guident le constructeur d'instruments destinés aux recherches scientifiques.

Nous avons cherché à combiner un appareil général pour les expériences dans lesquelles il s'agit d'imprimer à une plante, complète ou incomplète, un mouvement de rotation, soit pour la soustraire à l'action directrice de la pesanteur ou de la lumière, soit pour la soumettre à l'action de la force centrifuge.

L'axe de rotation de cet appareil peut être mis à volonté dans une situation verticale (fig. 1) ou horizontale (fig. 2), celle-ci, par l'interposition d'une solide pièce de fer entre le trépied calage et le support des coussinets de l'axe.

Le même support peut recevoir une série de roues d'engrenage servant à transmettre des vitesses variables du moteur à l'axe de rotation.

Digitized by Google

Le choix du moteur dépend de la vitesse que l'on veut donner à l'axe.

Pour les faibles vitesses, celles par exemple qui sont destinées à soustraire la plante à l'action directrice de la lumière ou de la pesanteur en excluant l'intervention de la force centrifuge, le moteur sera une horloge à pendule conique et à poids.

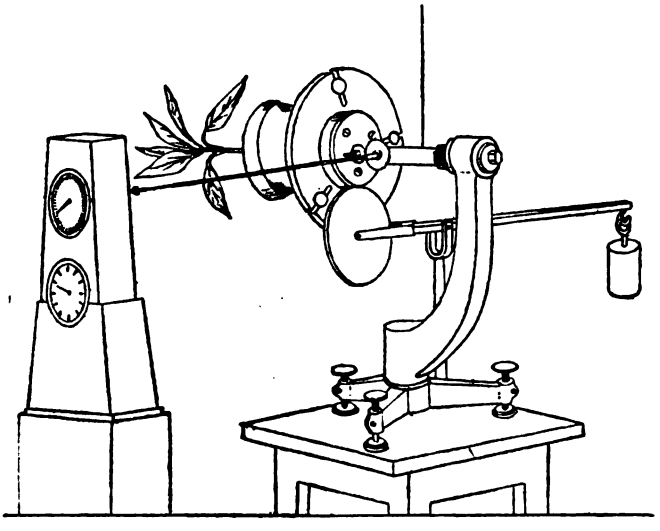


Fig. 2. — Appareil à axe horizontal, à plateau vertical, en vue de l'égalisation de l'action de la terre sur la plante. — Les poulies et le poids qui équilibre les résistances passives ne sont pas figurés.

Mais quand l'appareil est chargé d'un vase lourd, — surtout avec la situation horizontale de l'axe — la force motrice de l'horloge peut être absolument insuffisante pour déterminer le mouvement de rotation demandé. Alors il devient nécessaire d'équilibrer préalablement les résistances passives au moyen d'un poids spécial, tirant un cordon qui se déroule graduellement d'un tambour concentrique à l'axe dont il sollicite le mouvement; le

Digitized by Google

tambour est susceptible d'une rotation inverse pour le remontage du poids dont la hauteur de chute sera facilement augmentée, s'il est nécessaire, par l'adjonction de deux poulies fixées à une hauteur convenable, et sur lesquelles on fera passer la corde.

Quand ce moyen reste insuffisant, la difficulté sera surmontée par l'emploi de galets de soutien, qui peuvent aisément réduire le frottement de l'axe à $^1/_{20}$ de sa valeur.

Pour obtenir les grandes vitesses qui donnent lieu aux forces centrifuges efficaces, il est nécessaire de remplacer l'horloge par un moteur de plus grande puissance, tel qu'une petite turbine ou une dynamo. Il n'y a guère de laboratoire d'installation moderne où l'on ne dispose de l'une de ces deux ressources.

---

Digitized by Google

# ERRATA

Pages

146, note 1, ligne 6, au lieu de : 93 %, lire : 9 %.

153, ligne 3 d'en bas, au lieu de « ... organisme intact du noyau ... », lire « ... organisme intact, du noyau ».

156, § 3, au lieu de « Procédə », lire « Procédé ».

161, ligne 8 d'en haut, lire « souvent » au lieu de « surtout ».

173, ligne 6 d'en haut, au lieu de « avec netteté spongiforme », lire « nettement spongiforme ».

178, ligne 6 d'en haut, au lieu de « plasme », lire « plasma ».

194, ligne 2 d'en bas,
195, ligne 13 d'en haut,
et note 2, ligne 1, } au lieu de « absorption », lire « adsorption ».

196, ligne 13 d'en haut, après « organites », supprimer le ;.

202, ligne 7 d'en haut, au lieu de « plasmes », lire « plasmas ».

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

# BULLETIN

DU

# LABORATOIRE

DE

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

DE

# L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

RÉDIGÉ SOUS LA DIRECTION

DU

**Dr John BRIQUET**

Directeur du Jardin botanique de Genève,
Conservateur de l'Herbier Delessert,
Privat-docent à l'Université.

---

VOLUME I

No 4.

SOMMAIRE :

I. Examen critique de la théorie phyllodique des feuilles entières chez les Ombellifères terrestres, par John Briquet.
II. Sur la carpologie et la systématique du genre Rhyticarpus, par John Briquet.
III. Recherches sur les feuilles septées chez les Dicotylédones, par John Briquet.
IV. Quelques notes d'herborisations dans le Tyrol méridional, par John Briquet.
V. Remarques sur quelques feuilles composées monstrueuses, par Georges Hochreutiner.
VI. Observations sur la morphologie et l'organogénie florales des Passiflores, par M. Thury (planches V et VI).
VII. Quelques notes sur la florule pélagique de divers lacs des Alpes et du Jura, par Eugène Pitard.
VIII. Mélanges.
Table des matières du volume I.

---

**Juin 1897.**

GENÈVE

IMPRIMERIE ROMET, 26, BOULEVARD DE PLAINPALAIS

1897

Digitized by Google

Les pages 235-331 sont extraites du *Bulletin de l'Herbier Boissier*, t. V, n° 6, juin 1897 (avec pl. V et VI).

» » 333-338 » » des *Archives des sciences physiques et naturelles*, 4me pér., t. II, p. 658-663, déc. 1896.

» » 338-339 » » des *Archives des sciences physiques et naturelles*, 4me pér., t. III, p. 63 et 64, janvier 1897.

» » 341-343 » » des *Archives des sciences physiques et naturelles*, 4me pér., t. III, p. 498-502, mai 1897.

» » 339-341 et 343-347, avec la planche VII, *sont originales*.

Digitized by Google

Extrait du *Bulletin de l'Herbier Boissier*.
Tome V. N° 6. Juin 1897.

BULLETIN
DU
LABORATOIRE DE BOTANIQUE GÉNÉRALE
DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE
RÉDIGÉ SOUS LA DIRECTION DE
JOHN BRIQUET
Vol. I, n° 4.

I

# Examen critique de la théorie phyllodique des feuilles entières chez les Ombellifères terrestres [1].

PAR
**John BRIQUET**

## § 1. Introduction.

On sait que les Ombellifères sont caractérisées par des feuilles à organisation très homogène et relativement compliquée. La feuille se compose d'une gaîne, d'un pétiole et d'un limbe diversément découpé. Les exceptions à cette organisation sont très rares. La première a rap-

[1] Ce travail était rédigé depuis longtemps et avait été commmuniqué à la Société botanique de Genève dans sa séance de janvier 1897, lorsque parut l'intéressant travail de M. G. Bitter : *Vergleichend-morphologische Untersuchungen über die Blattformen des Ranunculaceen und Umbelliferen* (*Flora*, vol. 83, mars 1897). L'auteur étudie les mêmes plantes que nous et arrive exactement



Digitized by Google

port au genre linnéen *Bupleurum,* dont les feuilles sont rigoureusement entières, tout en étant souvent différenciées, en apparence du moins, en gaîne, pétiole et limbe. Une seconde exception est relative au genre sud-africain *Heteromorpha* Eckl., voisin des *Bupleurum,* et qui se comporte dans cèrtains échantiilons d'une façon tout à fait analogue. Enfin, une dernière et notable restriction est apportée à la règle par ce singulier groupe d'*Eryngium* américains, que l'on a avec raison appelés « monocotyloïdes, » et dont les feuilles répètent les facies bien connus des *Yucca,* des *Bromelia,* des *Pandanus,* etc. [1].

Tandis que la plupart des botanistes, sans examiner d'ailleurs la question de bien près, ont considéré les feuilles qui viennent d'être mentionnées comme des feuilles à limbe *entier,* d'autres les ont envisagées d'une façon très différente.

Ainsi, pour les *Eryngium,* Delaroche a le premier soutenu que les feuilles sont des pétioles très développés : « In quibusdam vero, nervi ad extremitatem usque simplices parallelique sunt : qua dispositione, maximam habent cum foliis multarum plantarum monocotyledonum similitudinem. Folia autem pro petiolis, cæterarum folii partium abortu valde auctis, haberi posse videntur [2]. » Cette manière de voir a été défendue par A.-P. de Candolle [3] et Decaisne [4]. Mais les recherches de M. Mœbius [5] ont montré qu'il existe de nombreux intermédiaires permettant de reconnaître dans les feuilles de ces *Eryngium* l'homologue d'une côte médiane tandis que les divisions latérales sont réduites à des dents ou des appendices rigides.

Si la question peut être considérée comme élucidée en ce qui concerne

au même résultat (p. 270). Nous publions cependant intégralement nos recherches sans y rien changer, parce que l'abondance des matériaux nous a permis de traiter le sujet beaucoup plus en détail que M. Bitter et que, d'autre part, cet auteur a entièrement laissé de côté l'anatomie des organes étudiés, laquelle ne constitue pas la partie la moins intéressante de notre travail.

[1] C'est à tort que l'on attribue des feuilles *entières* au genre *Hermas* L. C'est *indivises* qu'il faut dire. En effet presque toutes les espèces d'*Hermas* ont des feuilles dentées de diverses manières ; il ne saurait par conséquent être question de mettre en doute la signification morphologique du limbe dans ce genre.

[2] Delaroche, *Eryngiorum nec non generis Alepideæ historia,* p. 6. Parisiis 1808.

[3] A. P. de Candolle, *Prodromus* IV, p. 93 (1830).

[4] Decaisne, in *Bull. Soc. bot. de France,* vol. XX, p. 19 et suiv. (1873).

[5] Mœbius, *Untersuchungen über die Morphologie und Anatomie der Monokotylen ähnlichen Eryngien* (*Pringsheim's Jahrb.,* vol. XIV) ; *Weitere Untersuchungen über Monokotylen ähnliche Eryngien* (*Ibidem,* vol. XVII).

Digitized by Google

les *Eryngium,* il n'en est pas de même pour les *Bupleurum.* De Candolle a considéré les « feuilles » des *Bupleurum* comme des *phyllodes,* en se basant sur la callosité qui se trouve au sommet et sur la position verticale de ces organes; il mentionne aussi comme un caractère des phyllodes la nervation parallèle monocotyloïde [1]. Le célèbre botaniste dit trouver une preuve de sa théorie dans le *B. difforme* L. du Cap, qui a dans sa jeunesse des « feuilles à limbe développé, et découpé à la manière des Ombellifères, » tandis que « dans l'âge adulte, elle n'a plus que des *phyllodium.* » L'interprétation phyllodique des feuilles entières chez les *Bupleurum* a été reproduite dans le *Prodromus* [2], ce qui n'empêche pas l'auteur d'appeler dans les descriptions d'espèces les phyllodes des « feuilles » et même des « feuilles pétiolées. » Cette inconséquence a probablement été cause que la théorie d'A.-P. de Candolle n'a jamais été discutée, quoique plusieurs auteurs l'aient mentionnée, les uns en l'approuvant [3], les autres sans exprimer d'opinion à son sujet [4].

Nous ferons d'abord observer que les soit disant phyllodes des Buplèvres ne sont pas verticaux, mais horizontaux. Nous entendons par là non pas simplement la position parallèle à l'horizon, qui peut être parfois modifiée après coup par des torsions, mais encore l'organisation anatomique qui est totalement différente dans les vrais phyllodes verticaux de ce qu'elle est chez les *Bupleurum.* D'ailleurs le critère de l'horizontalité a perdu beaucoup de sa valeur depuis que M. Hochreutiner a démontré chez certains *Acacia* l'existence de véritables phyllodes horizontaux [5]. En second lieu, il faut remarquer que la présence d'une callosité au sommet de l'organe n'annonce pas nécessairement un avortement, car beaucoup de feuilles chez les Labiées et de folioles chez les Légumineuses en sont pourvues, sans avoir subi aucune réduction de parties. Enfin, la nervation parallèle devient réticulée dans plusieurs espèces de *Bupleurum,* tandis que beaucoup de feuilles incontestable-

[1] A.-P. de Candolle, *Organographie végétale,* I, p. 283 (ann. 1827).

[2] A.-P. de Candolle, *Prodromus,* IV, p. 127 (1830).

[3] A. de Saint-Hilaire, *Morphologie végétale,* p. 143 (1840); Endlicher *Genera plantarum,* I, p. 772 (1836-1840).

[4] Klausch, *Uber die Morphologie und Anatomie der Blätter von Bupleurum, mit Berücksichtigung des Einflusses von Klima und Standort,* p. 3. Leipzig 1887.

[5] Hochreutiner, Contribution à la connaissance des *Acacia* phyllodinés (*Arch. des sc. phys. et nat.,* 4me pér., vol. I, 1896; tir. à part dans le *Bullet. du Lab. de Bot. gén. de l'Univ. de Genève,* I, no 1, p. 8-10).

Digitized by Google

ment simples chez les Dicotylédones sont rectinerviées (p. ex. *Plantago*).

Chez les *Acacia*, l'interprétation morphologique est facilitée par plusieurs critères internes et externes qui manquent chez les Buplèvres. Le plus élégant, c'est la présence dans certaines espèces (*Acacia heterophylla*, *A. Sophoræ*, etc.) de pétioles phyllodiques portant à leur sommet un rachis normal et des folioles. Evidemment, le limbe existant indépendamment du phyllode, il ne saurait y avoir de doutes sur la valeur pétiolaire de ce dernier. Les objections qui ont été présentées par Fermond contre cette manière de voir se basent sur les idées théoriques obscures ou erronées bien connues de cet auteur et ne méritent même pas d'être relatées ici [1]. Or dans les appendices des *Bupleurum*, on n'a jamais signalé, ni à l'état normal, ni à l'état tératologique, de limbe quelconque placé au sommet du soit disant phyllode. Il y a déjà là, croyons-nous, un argument très fort contre la théorie phyllodique des feuilles de *Bupleurum*.

De Candolle semble avoir pressenti ces objections, car il fait porter tout le poids de son argumentation sur le *Bupleurum difforme* qui doit en fournir la preuve palpable. Il convient donc de faire une étude détaillée de la morphologie et de l'anatomie de cette espèce. Nous allons voir que l'analyse morphologique et anatomique des appendices du *Bupleurum difforme* (*Rhyticarpus difformis* Benth.) et du *B. arborescens* Spreng. (*Heteromorpha arborescens* Cham. et Schlecht. permet une solution complète de la question dans un sens opposé à celui d'A.-P. de Candolle. C'est à l'exposé de ces recherches que nous consacrons les paragraphes suivants.

Nous avons à dessein laissé de côté les feuilles entières que l'on a signalées chez quelques Ombellifères aquatiques. Ces dernières vivent en effet dans des conditions biologiques très spéciales qui ont parfois modifié profondément le type d'organisation foliaire habituel dans la famille : témoin les feuilles à limbe pelté des *Hydrocotyle* et les feuilles septées des *Ottoa*. L'introduction dans la discussion de ces formes hétérogènes, sans parenté étroite avec les *Bupleurum*, aurait compliqué beaucoup le problème sans être d'ailleurs d'aucun secours pour la compréhension des types terrestres.

[1] Fermond, *Etude comparée des feuilles dans les trois grands embranchements végétaux*. p. 122-124, Paris 1864.

Digitized by Google

## § 2. Morphologie et anatomie des appendices dans le genre Rhyticarpus.

Le *Rhyticarpus difformis*[1] est un arbrisseau du Cap. Son tronc assez épais, à écorce brune et luisante, porte des rameaux, d'apparence joncoïde, à entrenœuds de longueur très variable. Seules, les parties inférieures de la plante sont feuillées. Sous les ombelles, les pédoncules à entrenœuds d'abord allongés sous l'inflorescence, puis raccourcis à mesure qne l'on se rapproche des axes ligneux, portent des écailles représentant la gaîne des feuilles. Parfois ces écailles possèdent à leur sommet des rudiments du limbe.

Les feuilles basilaires dont l'existence est éphémère sont très diffé-

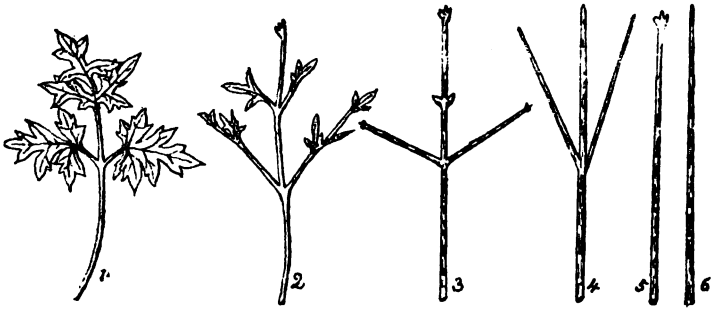



*Fig. 1.* — Stades successifs de la réduction des feuilles du *Rhyticarpus difformis* en rhabdophyllodes. — 1, feuille basilaire, à lobes normaux. — 2, feuille basilaire à lobes réduits. — 3, feuille caulinaire trifide, avec rudiments des parties réduites. — 4, feuille caulinaire trifide, à divisions cylindriques. — 5, feuille caulinaire réduite au pétiole avec rudiments apicaux. — 6, feuille caulinaire réduite à un simple rhabdophyllode. — Figures de $^1/_2$ grandeur naturelle.

rentes des phyllomes caulinaires qui sont beaucoup plus persistants. Commençons par examiner celles-ci.

Les feuilles basilaires sont bipalmatiséquées (fig. 1, 1). On voit donc au sommet d'un pétiole assez long et élargi en gaîne à la base, trois rachis nus — on dirait trois pétiolules si la feuille était composée — dont l'impaire est plus long. Chacun de ces rachis porte à son sommet trois lobes sessiles, cunéiformes, incisés à incisions ovées. Ces lobes sont

[1] Le *Bupleurum difforme* L. a été rapporté avec raison par Bentham au genre *Rhyticarpus*. Nous consacrons plus loin une note à la classification de ce genre.

Digitized by Google

minces, membraneux, d'un vert gai. Dans les feuilles plus développées, l'organisation est tripalmatiséquée, c'est-à-dire que les lobes sont portés sur un assez long rachis et qu'ils sont eux-mêmes plus ou moins profondément trilobés.

Si l'on poursuit l'examen des feuilles, du bas en haut de l'axe qui les porte, ou qu'on prenne celles produites à un âge plus avancé de la plante, on verra les lobes perdre graduellement leurs incisions; ils deviennent entiers, plus coriaces, plus étroits (fig. 1, 2). Enfin ils prennent une apparence linéaire et constituent des baguettes rigides, vertes et prismatiques, canaliculées à la partie supérieure dans le voisinage de la gaîne (fig. 1, 3). Les feuilles entièrement développées sont palmatipartites à un ou plusieurs degrés. A chaque ramification correspond un rétrécissement de l'organe, de sorte que la feuille paraît articulée. Tous les articles de la feuille sont semblables, ils ne diffèrent que par le calibre : le plus gros d'entre eux fonctionne comme pétiole, c'est le basilaire. Les articles terminaux sont brusquement atténués en une pointe aiguë.

Cette organisation est loin d'être commune à tous les individus. Sur certains échantillons, les divisions latérales de la feuille deviennent très courtes et celle-ci se réduit à une baguette rigide et trifide (fig. 1, 4). Sur d'autres feuilles, les branches latérales de cette baguette se raccourcissent graduellement jusqu'à devenir nulles ou presque nulles. Dans ce dernier cas on voit encore plus ou moins bas sur les côtés de l'organe les rudiments de ramifications latérales. Le pétiole n'est plus différencié extérieurement par rapport au « limbe, » c'est-à-dire à l'organe virgultiforme qui le termine, la feuille n'est plus constituée que par un pétiole et un rachis. Enfin, ce rachis peut lui-même disparaître. Dans ce dernier cas, la feuille est réduite au pétiole terminé par des rudiments de limbe, au nombre de trois ou de un (fig. 1, 5). Souvent ces rudiments disparaissent et le pétiole se termine par une pointe aiguë (fig. 1, 6). On pourra alors homologuer le pétiole au phyllode des *Acacias* du type *rhabdophyllodiné.*

L'anatomie de ces singuliers organes a été ébauchée par M. Klausch. Malheureusement, cet auteur n'avait à sa disposition que deux fragments qui lui ont donné des résultats différents, dûs à ce qu'ils appartenaient à des pièces d'âges et de niveaux foliaires différents. Les riches matériaux de l'Herbier Delessert nous ont permis de compléter la morphologie de la feuille du *Rhyticarpus difformis* telle qu'elle vient d'être exposée par une étude anatomique très détaillée, dont les résultats suivent.

Digitized by Google

Structure des feuilles basilaires. — Les sections transversales de la gaîne dans les feuilles basilaires ont la forme d'un croissant. L'épiderme possède sur les deux faces des éléments petits, à parois extérieures peu épaissies et à cuticule peu épaisse. Tout l'intérieur de la gaîne est occupé par un parenchyme fondamental à gros éléments, devenant plus petits dans la région hypodermique. Les faisceaux sont placés sous l'épiderme inférieur dont ils ne sont séparés que par 2-4 assises de parenchyme : ils sont alternativement de grande et de faible dimension. Les grands faisceaux ont une section transversale de forme triangulaire. Le côté inférieur du triangle est occupé par une bande de stéréides péricycliques épaisse de 1-3 éléments. Immédiatement en dessus, se trouve une mince lame de liber. Le bois a exactement la forme d'un triangle dont les pointes sont occupées par les trachées initiales. Celles-ci sont protégées par un endoxyle sclérifié, à membranes lignifiées, qui remonte sur les deux faces latérales du triangle ligneux et vient le plus souvent se fusionner avec le stéréome péricyclique. En dehors du stéréome péricyclique se trouve un canal sécréteur de fort calibre. Les petits faisceaux intercalés aux précédents en diffèrent par leur section arrondie. Le bois est bien entouré par une gaîne scléreuse endoxylaire, mais le liber est dépourvu de stéréome péricyclique. Le canal sécréteur est directement adossé au liber; il est certainement d'origine péricyclique, tandis que cette origine est douteuse pour les canaux sécréteurs qui accompagnent les gros faisceaux.

Le pétiole proprement dit, pris en dehors de la région de la gaîne, possède une section pentagonale. Un des côtés du pentagone est plus large que les autres : c'est la face supérieure du pétiole. L'épiderme possède des caractères plus accentués que dans la région de la gaîne; ses parois externes sont plus épaisses et sont plus fortement cuticularisées dans leur région extérieure. Entre les angles du pentagone, l'épiderme est sous-tendu par une mince bande de chlorenchyme hypodermique forte habituellement d'une seule assise et à éléments en général plus petits que le parenchyme fondamental incolore sous-jacent. Chaque angle porte au contraire une saillie remplie de collenchyme caractérisé. Immédiatement sous les colonnettes de collenchyme vient un gros canal sécréteur auquel fait suite un faisceau libéro-ligneux de section ± triangulaire. Le liber du faisceau est séparé du canal par une bande de stéréome péricyclique. L'organisation du faisceau et en particulier de l'endoxyle scléreux est ici la même que dans la gaîne. Au milieu des deux faces inférieures du pentagone, se trouve un petit faisceau de section

Digitized by Google

plus ou moins circulaire, présentant les mêmes caractères que les petits faisceaux de la gaîne, dépourvu de stéréome péricyclique et à canal sécréteur touchant ou touchant presque le chlorenchyme hypodermique. Parfois l'un ou l'autre de ces petits faisceaux conflue avec un des gros faisceaux angulaires voisins. La face supérieure du pentagone est aussi pourvue de deux petits faisceaux très semblables aux petits faisceaux intercalés qui viennent d'être décrits pour la face inférieure. Ils sont souvent complètement entourés d'une gaîne scléreuse et à éléments libériens très peu nombreux. Ils sont en outre séparés du chlorenchyme hypodermique par plusieurs assises de parenchyme fondamental. Ce parenchyme fondamental est à éléments incolores, très gros au centre du pétiole, plus petits vers la périphérie. Indépendamment des saillies

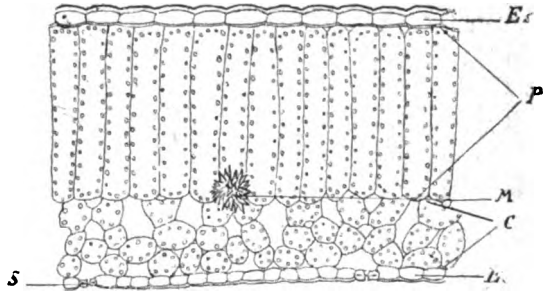



*Fig. 2.* — Section transversale du limbe dans une feuille basilaire du *Rhyticarpus difformis*. — *Es*, épiderme supérieur. — *P*, palissades. — *M*, mâcle d'exalate de chaux en oursin. — *C*, chlorenchyme spongieux. — *Ei*, épiderme inférieur. — *S*, stomates. — Grossissement 160/1.

collenchymateuses, le pétiole possède deux cornes qui en marginent la face supérieure. Ces cornes sont perpendiculaires à l'axe des saillies collenchymateuses voisines; elles contiennent dans leur moitié extérieure du collenchyme, dans leur moitié intérieure du chlorenchyme; elles sont très peu élevées.

Sauf la diminution du calibre, les rachis nus qui portent les lobes de la feuille ont la même organisation que le pétiole.

Le limbe foliaire (fig. 2) est fort mince et possède une organisation bifaciale très marquée. L'épiderme supérieur possède des cellules d'assez fort calibre, à parois externes peu épaisses, cuticularisées dans leur partie extérieure; les parois radiales et internes sont fort minces. Il n'y a pas de stomates à la face supérieure. L'épiderme inférieur a des

Digitized by Google

cellules de calibre beaucoup plus faible, coupées ça et là de stomates du type dicotylédoné normal. Les stomates sont placés dans le plan de l'épiderme et entouré de cellules annexes disposées suivant le schéma habituel des Ombellifères. Le mésophylle est différencié en une assise de hautes pallissades à la face supérieure et en une couche de chlorenchyme lâche à éléments ± globuleux à la face inférieure. L'épaisseur de la couche de chlorenchyme lâche atteint à peu près la moitié de la hauteur des pallissades. Certaines cellules du chlorenchyme ont perdu leurs chloroplastes et contiennent une grosse macle d'oxalate de chaux en oursin. Les marges de la feuille sont planes et ne contiennent que du chlorenchyme sous l'épiderme. Les nervures médianes des lobes montrent à la base, une structure à trois faisceaux périphériques avec parenchyme fondamental central qui rappelle celle des pétioles, mais dans les nervilles une réduction progressive les ramène à un seul faisceau pourvu d'un endoxyle ± sclérifié, à liber flanqué d'une mince bande péricyclique collenchymateuse ou scléreuse et d'un canal sécréteur externe. Dans les nervilles, les pallissades passent par dessus les faisceaux.

Feuilles caulinaires et raméales. — La gaîne de ces feuilles présente une organisation très semblable à celle de la région homologue dans les feuilles basilaires. La seule différence appréciable consiste dans le fait que le développement des petits faisceaux intercalés se rapproche beaucoup de celui des faisceaux primaires, dont ils ont à peu près la même forme. En outre, l'endoxyle et le péricycle sont ± collenchymateux; si ces tissus deviennent scléreux, c'est seulement tardivement. A mesure que, par des coupes successives, on quitte la gaîne, pour atteindre le pétiole proprement dit, on voit l'épiderme prendre des caractères de xérophilie plus extrêmes et on aperçoit sous celui-ci une bande de chlorenchyme hypodermique.

Le pétiole possède une section à peu près pentagonale; le côté supérieur est plus long que les autres, Le nombre des angles du polygone n'a d'ailleurs rien d'absolu, car dans les grands pétioles, les petits faisceaux intercalés, avec leur colonne de collenchyme qui leur correspond, font saillie extérieurement et peuvent difficilement être séparées des angles principaux. Nous reviendrons plus loin, à propos des divisions linéaires de la feuille, sur l'épiderme. Mentionnons seulement ici que les faisceaux, constitués comme dans la gaîne, sont disposés en cercle autour d'une large moelle centrale à gros éléments incolores, à parois minces. Le tissu situé entre les faisceaux, entièrement comparable aux

Digitized by Google

rayons médullaires des tiges, se sclérifie avec l'âge et relie les faisceaux par des bandes interfasciculaires. Outre la bande de stéréome péricyclique et le canal sécréteur qui l'accompagne, chaque faisceau est encore flanqué d'une colonnette de collenchyme peu considérable et plus ou moins saillante extérieurement. Entre les colonnettes de collenchyme se trouve une mince bande de chlorenchyme à éléments globuleux. Cette bande passe par dessus les canaux sécréteurs des plus petits faisceaux.

La ramification de la stèle pétiolaire, au point où a lieu la première trifurcation de la feuille, ne s'opère pas par introflexion de la couronne de faisceaux pour aboutir à une division qui rappelle celle des ovaires

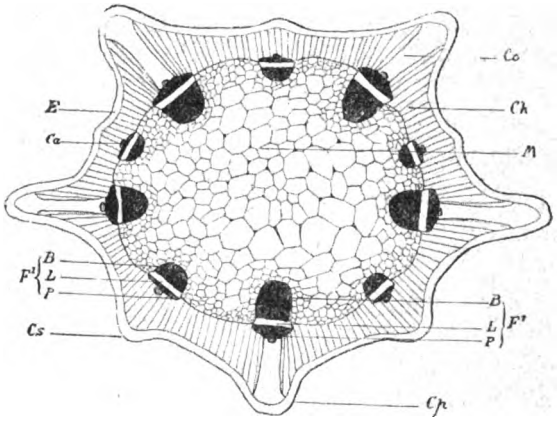



*Fig. 3.* — Section transversale d'ensemble du limbe rhabdique (rachis) dans une feuille caulinaire du *Rhyticarpus difformis.* — *E.* épiderme. — *Co*, travées de collenchyme des angles principaux. — *Ch*, chlorenchyme. — *Ca*, canaux sécréteurs péricycliques. — $F^1$, faisceaux principaux et $F^2$ faisceaux accessoires comprenant un bois *B*, un liber *L* et une bande de collenchyme péricyclique *P*. — *M*, Moelle. — *Cp*, saillies angulaires principales. — *Cs*, saillies angulaires secondaires. — Grossissement 30/1.

triloculaires. On voit au contraire au voisinage du « nœud » foliaire, la région corticale supérieure devenir plus épaisse et prendre un caractère collenchymateux. La stèle se distend en deux points situés l'un à côté de l'autre et introduit graduellement dans la région corticale collenchymateuse les faisceaux à section mince et aplatie qui doivent constituer les stèles des deux nouvelles divisions du limbe. Les faisceaux et l'écorce reprennent très vite leurs caractères normaux.

Les divisions du limbe proprement dites ont une section nettement pentagonale (fig. 3). L'épiderme possède des cellules assez étroites et serrées en coupe transversale. Elles sont sclérifiées en fer à

Digitized by Google

cheval, c'est-à-dire que la paroi externe est bombée en dehors et que la sclérification embrasse encore une partie des parois radiales. La base de ces dernières est très mince, ainsi que les parois internes. Toutes les parties sclérifiées des cellules épidermiques sont cuticularisées. Les stomates (fig. 4) ont été très correctement décrits par M. Klausch. Ils sont répartis également au-dessus du tissu vert sur tous les côtés de la feuille ; leur grand axe est toujours parallèle avec l'axe de la portion de feuille sur laquelle ils se trouvent. Les cellules de bordure sont placées au fond d'un entonnoir formé par les cellules épidermiques : les stomates sont donc enfoncés sous l'épiderme. En outre, des plis de la cuticule donnent à l'entonnoir

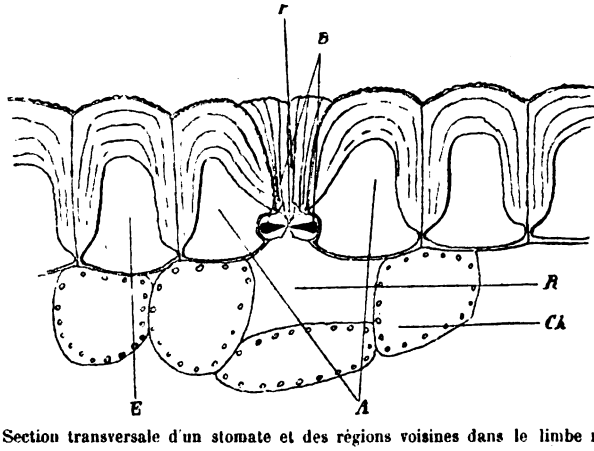



*Fig. 4.* — Section transversale d'un stomate et des régions voisines dans le limbe rhabdique du *Rhyticarpus difformis*. — *E*, cellules épidermiques. — *A*, cellules annexes. — *B*, cellules de bordure. — *P*, puits extérieur. — *R*, chambre respiratoire. — *Ch*, chlorenchyme. — Grossissement 390/1.

une section vivement ondulée. Les deux cellules de bordure sont assez grosses ; elles ont des arêtes externes très aiguës, des arêtes internes moins marquées, des lumens vaguement triangulaires orientés normalement ; elles sont à moitié recouvertes par les cellules annexes. Au-dessous de chaque stomate, il existe une grande chambre respiratoire. Le chlorenchyme forme une couche beaucoup plus épaisse que dans le pétiole, les éléments hypodermiques sont un peu palissadiques, surtout au voisinage des saillies angulaires. Les mêmes mâcles d'exalate de chaux qui ont été signalées dans le mésophylle des feuilles basilaires se retrouvent dans le chlorenchyme des feuilles raméales. Les angles principaux sont occupés par des travées en forme d'I constituées par du

Digitized by Google

collenchyme, qui, avec l'âge, tend graduellement à se transformer en stéréome. Ces travées partent de l'épiderme pour venir s'appuyer contre le stéréome péricyclique des faisceaux. Dans leur région interne, elles contiennent chacune un canal sécréteur. Les faisceaux qui correspondent à ces travées ont la même structure que les faisceaux étudiés précédemment. Entre les faisceaux principaux, il s'en trouve de plus petits auxquels correspond une simple saillie de l'épiderme, saillie remplie de chlorenchyme. Ça et là, on voit au-dessus des petits faisceaux l'ébauche de la constitution de petites travées de collenchyme, parfois coupées par le chlorenchyme. Il n'y a rien à dire sur la médulle centrale qui présente ici les mêmes caractères que dans le pétiole. Dans beaucoup de cas, on voit deux saillies principales sur la face dorsale au lieu d'une seule. Ces deux saillies sont alors moins développées que celle des feuilles pourvues d'une seule arête dorsale. Si l'on sectionne ces feuilles dans le voisinage du sommet d'un lobe, où le côté morphologiquement supérieur est très réduit, la feuille a la forme d'un prisme à six côtés. C'est un fragment de ce genre que M. Klausch a étudié dans l'herbier Rœmer, tandis que le fragment examiné par cet anotomiste dans l'herbier Koch était un pétiole.

Ainsi que nous l'avons dit en note plus haut, le *B. difforme* L. doit rentrer dans le genre *Rhyticarpus*. Or, les deux espèces considérées jusqu'à présent comme typiques pour le genre de *Rhyticarpus* permettent de constater le même phénomène de réduction qui vient d'être étudié chez le *R. difformis*. Le *R. rugosus* Sond. présente des feuilles basilaires bi-tripennatifides à limbe assez développé. Dans les feuilles moyennes, le limbe disparaît graduellement et la feuille se réduit aux nervures. Enfin dans les feuilles raméales, les nervures peuvent disparaître une à une, laissant ainsi le pétiole et même uniquement la gaîne comme dernier vestige des phyllomes réduits. Chez le *R. swellendamensis* (E. et Z.) Briq. (*R. Ecklonis* E. Mey.), qui est un arbrisseau, on ne voit à l'état adulte que ce dernier stade. Les pétioles sont prismatiques et sont assez régulièrement couronnés par les rudiments des trois nervures principales réduites à de petits corpuscules coniques.

Il nous a paru intéressant, par comparaison avec le *Rhyticarpus difformis* de faire l'anatomie de ces singuliers pétioles. Cette étude nous a donné les résultats suivants.

La section de la gaîne est vaguement triangulaire, plus large que haute. La face supérieure est concave. A l'extrémité des deux cornes qui bordent la concavité se trouve un petit massif de collenchyme.

Digitized by Google

L'épiderme possède des cellules médiocres, à parois extérieures très fortement épaissies et cuticularisées, bombées en dehors. Cet épiderme n'est point en contact immédiat avec le chlorenchyme sous-jacent, mais il en est séparé par une couche hypodermique, parenchymateuse, aquifère. Le chlorenchyme forme deux larges îlots placés sous les faces latérales de la gaîne. Il est constitué par des éléments polyédriques, en partie allongés perpendiculairement à l'épiderme et à caractères ± palissadiques. Il existe trois gros faisceaux libéro-ligneux placés dans les trois parties saillantes de la gaîne. Ces faisceaux ont un bois composé de trachées peu nombreuses, à endoxyle très étroit, protégé vers l'intérieur par quelques éléments sclérifiés. Le liber est fort mince, adossé au péricycle collenchymateux. Chaque faisceau est flanqué, vers l'extérieur, d'un canal sécréteur de gros calibre. Le collenchyme péricyclique est relié avec l'épiderme par une travée de collenchyme en forme d'I, dans laquelle est plongé le canal sécréteur. Indépendamment des trois canaux sécréteurs qui viennent d'être mentionnés, il en existe quatre autres, plus petits, placés deux par deux, respectivement à droite et à gauche de l'endoxyle des faisceaux latéraux. Sous l'épiderme supérieur se trouve un parenchyme un peu collenchymateux et faiblement chlorenchymateux, sans caractères bien définis, qui confine à une région médullaire centrale. Celle-ci est entièrement occupée par un parenchyme à éléments assez gros, sclérifiés, lignifiés et pourvus de ponctuations simples. Dans toute la région du chlorenchyme, on voit ça et là des idioblastes contenant une grosse mâcle d'oxalate de chaux en oursin.

Le pétiole est presque cylindrique ou très vaguement pentaédrique (fig. 5). A la face supérieure, il est creusé d'une profonde fissure, correspondant à la concavité de la gaîne et dans laquelle l'épiderme se poursuit avec tous ces caractères. Cet épiderme a la même apparence générale que dans la gaîne, mais ses parois extérieures sont plus épaisses, habituellement différenciées en deux zones, l'une externe prodigieusement cuticularisée, l'autre interne plus purement cellulosique. Les parois radiales et internes sont très minces. Les stomates sont placés à peu près au niveau des cellules épidermiques voisines. Les cellules annexes les dépassent cependant légèrement et dessinent un gradin tout autour du stomate. Les cellules de bordure sont assez grosses. Les arêtes extérieures sont très grosses et très aiguës de façon à dessiner une antichambre eisodiale très nette. Au-dessous des arêtes extérieures, la cuticule descend encore sur les lèvres du stomate, mais elle y est extrêmement mince. Au-dessous des lèvres, la cuticule reprend en épaisseur,

Digitized by Google

forme deux petites arêtes opisthodiales et s'étend de là sur la face intérieure des cellules de bordure. Ce phénomène est très rare ; il est ici presque aussi marqué que chez le *Pimelea decussata* étudié par M. Tschirch [1]. La chambre respiratoire est très spacieuse. Le chlorenchyme est très développé, il sous-tend partout l'épiderme en constituant plusieurs assises de hautes palissades. Ce chlorenchyme contient, comme dans la gaîne, de nombreux oursins. Les faisceaux latéraux se sont dédoublés : il existe donc en tout cinq faisceaux. Les troix inférieurs sont les plus gros ; ils sont seuls reliés à l'épiderme par une petite bande de chlorenchyme et possèdent un endoxyle protégé par un volumineux

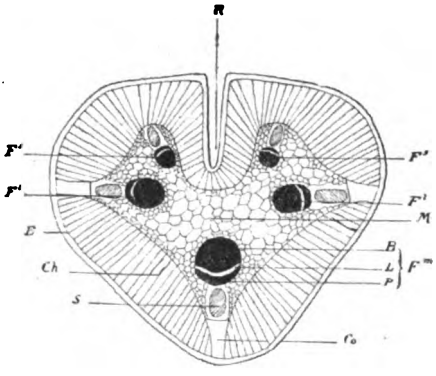



*Fig. 5.* — Section transversale d'ensemble d'un rhabdophyllode chez le *Rhyticarpus swellendamensis*. — *E*, épiderme. — *Co*, travées angulaires de collenchyme correspondant aux faisceaux latéraux et médian. — *Ch*, chlorenchyme. — *Fm*, faisceau médian, *Fl*, faisceauv latéraux, *Fs*, faisceaux supérieurs, comprenant un bois *B*, un liber *L* et une bande de collenchyme péricyclique *P*. — *S*, canaux sécréteurs péricycliques. — *M*, médulle centrale. — *R*, rainure supérieure. — Grossissement 30/1.

paquet de sclérenchyme offrant les caractères du sclérenchyme central de la gaîne. Le centre est occupé par un parenchyme à membranes minces. Chaque faisceau est flanqué extérieurement d'un canal sécréteur de gros calibre. Le canal est séparé du liber par une mince bande de collenchyme péricyclique dans lequel se développent, en face du faisceau médian, quelques stéréides bien caractérisées.

Comme on voit l'organisation interne des pétioles chez le *R. swellendamensis* rappelle beaucoup celle du *R. difformis*. Les différences

[1] Tschirch, *Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort, mit spezieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates* (*Linnæa*, vol. XLIII, tab. II, fig. 4).



Digitized by Google

qui existent sont en grande partie de nature epharmonique, et présentent comme telles un grand intérêt. Le fond de l'organisation étant le même, l'homologie des organes dans les deux plantes est aussi solidement établie anatomiquement qu'elle l'est d'après l'examen de la morphologie externe.

## § 3. Morphologie et anatomie des appendices dans le genre Heteromorpha.

Le *Bupleurum arborescens* Thunb. ou *Heteromorpha arborescens* Cham. et Schlecht. est un arbrisseau du Cap qui montre absolument le port du *B. fruticosum* L. du bassin méditerranéen. Il possède de très nombreuses feuilles, à limbe normal, séparées par des entrenœuds

*Fig. 6.* — Formes de feuilles de l'*Heteromorpha arborescens*. — 1, feuille entière de la variété *genuina*. — 2, feuille entière de la variété *collina*. — 3 et 4, étapes intermédiaires entre les feuilles entières et les feuilles divisées. — 5, feuille tripartite. — 6, feuille pennatipartite à cinq lobes. — Figures de $^1/_2$ grandeur naturelle.

médiocres. Le limbe est porté par un pétiole élargi en gaîne à la base: les marges sont rigoureusement entières ou, plus rarement, vaguement crénelées; le sommet du limbe est aigu (fig. 6, 1). Dans une variété appelée *Heteromorpha collina* par Ecklon et Zeyher, les feuilles sont beaucoup plus petites (env. 2 $\times$ 0,7 cm. de surface en moyenne) et rétuses émarginées au sommet (fig. 6, 2). Or, on connait au Cap une forme de cette espèce (*Heteromorpha trifoliata* Eckl. et Zeyh.), dont les feuilles sont également tripartites, les lobes étant eux-mêmes « pétiolulés » par un court rachis (fig. 6, 5). Dans une autre variété spéciale aux montagnes de l'Abyssinie (*Heteromorpha abyssinica* Hochst.), les feuilles sont même en partie pennatipartites à 5 segments (fig. 6, 6).

Digitized by Google

Des transitions instructives permettent d'homologuer les feuilles entières avec les feuilles pinnatipartites qui viennent d'être signalées. Sur des échantillons récoltés par Ecklon et Zeyher et par Verreaux, conservés à l'Herbier Delessert, on voit en effet le limbe entier montrer un commencement de lobation tantôt d'un côté, tantôt de l'autre de la nervure médiane (fig. 6, 3). Ailleurs deux lobules bien distincts et semblables se dessinent sur chaque côté du limbe (fig. 6, 4). Enfin, on trouve tous les passages entre les limbes entiers et les limbes entièrement tripartites et même pennatipartites. Dans ce dernier cas c'est aux dépens du lobe médian des limbes tripartites que se forment les trois lobes foliaires terminaux.

Nous voulons encore, avant de passer aux conclusions, indiquer l'organisation interne des feuilles de l'*Heteromorpha arborescens,* organisation qui complète bien l'homologie absolue qui existe entre ces feuilles et celles d'un Buplèvre caractéristique déjà cité, le *B. fruticosum* L.

Le pétiole de l'*H. arborescens* possède une section pentagonale à angles arrondis. La face supérieure est ± creusée en gouttière; elle est pourvue d'une grande quantité de poils constitués par une très courte cellule basilaire encastrée dans l'épiderme et une longue cellule en forme de bâtonnet recourbé à l'extrémité. Cette cellule a des parois très fortement sclérifiées et pourvues de perles cuticulaires. Partout ailleurs, l'épiderme est entièrement lisse. Ses cellules sont bombées extérieurement, à parois externes prodigieusement sclérifiées et entièrement cuticularisées. Les parois radiales s'amincissent graduellement vers l'intérieur et sont aussi en bonne partie cuticularisées. Les parois internes restent cellulosiques et minces. Sous l'épiderme se trouve une épaisse couche de collenchyme bien caractérisé qui remplit tout le corps du pétiole jusqu'aux faisceaux. Ceux-ci sont au nombre de trois disposés en triangle. Le sommet du triangle tourné vers le côté dorsal du pétiole est occupé par le faisceau impaire. La région, médullaire pour ainsi dire, laissée entre les trois faisceaux, est occupée par un parenchyme à éléments régulièrement polyédriques, à parois minces et ponctuées. — Les faisceaux ont une région endoxylaire très peu développée. En revanche, le bois proprement dit est très abondant et constitué par un grand nombre de trachées de fort calibre. Il existe un bois secondaire faible à éléments plus petits pourvus de ponctuations aréolées. Le liber forme autour du bois une mince couche protégée par une faible bande de collenchyme péricyclique. En dehors de ce péricycle, se trouve en face de chaque faisceau un gros canal sécréteur. —

Digitized by Google

En fait d'autres particularités de ce pétiole, il y aurait encore à signaler des canaux oléifères irrégulièrement développés sous le collenchyme à la face supérieure du pétiole. Une autre particularité consiste dans la présence de massifs de chlorenchyme à éléments globuleux complètement emprisonnés dans le collenchyme. Ces massifs forment quatre plages principales; les deux plus étendues sont placées sur les flancs du triangle des faisceaux, entre les canaux secréteurs; les deux autres, plus petites et de section arrondie sont situées au-dessus des deux angles latéraux du triangle fasciculaire. Enfin, on constate çà et là de grosses macles d'oxalate de chaux en oursin dispersées sans ordre dans le collenchyme.

Le limbe de la feuille, dans l'*Heteromorpha arborescens,* possède une organisation très nettement bifaciale, avec une légère tendance çà et là, à l'organisation centrique. — L'épiderme supérieur est à gros éléments peu bombés extérieurement, à parois radiales et internes purement cellulosiques et très minces. La paroi extérieure est assez fortement épaissie, cuticularisée dans ses deux tiers extérieurs, cellulosique dans le tiers interne. Cet épiderme ne porte pas de stomates. — L'épiderme inférieur a des éléments plus petits et souvent plus papilleux que le supérieur, constitués d'ailleurs d'une façon analogue; il est stomatifère. Les stomates sont enfoncés au niveau des lumens des cellules épidermiques. Il faut donc pour atteindre les cellules de bordure traverser un petit entonnoir creusé entre les parois externes des cellules annexes. Celles-ci enveloppent en partie les cellules de bordures en dessus et en dessous. Les cellules de bordure sont pourvues de grosses arêtes externes formées pour la plus grande partie de leur masse par la cuticule. Les arêtes opisthodiales sont aiguës aussi mais moins fortement marquées. Les lumens ont une section triangulaire allongée. — Sous l'épiderme supérieur se trouvent deux rangées de hautes palissades alternes. Une troisième rangée palissadique, mais à caractères moins marqués, fait la transition vers le chlorenchyme spongieux à éléments lâches et ± rameux qui constitue une couche équivalente en épaisseur à la couche palissadique. Sous l'épiderme inférieur, les deux assises de chlorenchyme hypodermique ont des éléments plus serrés et prenant par place l'apparence de courtes palissades. Çà et là on voit un idioblaste rempli par un oursin d'oxalate de chaux volumineux.

La marge foliaire est remplie par du collenchyme sous lequel circule un faisceau accompagné d'un volumineux canal secréteur.

Les grosses nervures offrent une structure très intéressante. La nervure est faiblement saillante à la face supérieure, très saillante à la face



Digitized by Google

inférieure. L'épiderme, dans ces nervures, est plus papilleux, à éléments plus petits, à parois externes plus fortement sclérifiées et entièrement cuticularisées. Les saillies des nervures sont entièrement remplies, sous l'épiderme par un collenchyme caractérisé, à gros éléments. A la face supérieure, le collenchyme passe graduellement à l'endoxyle parenchymateux et tendre. A la face inférieure il vient s'appuyer contre un gros canal sécréteur qui accompagne le faisceau. Parfois, on voit à droite et à gauche de ce canal deux canaux sécréteurs plus petits. — La partie ligneuse du faisceau offre la même organisation que dans le pétiole. Le

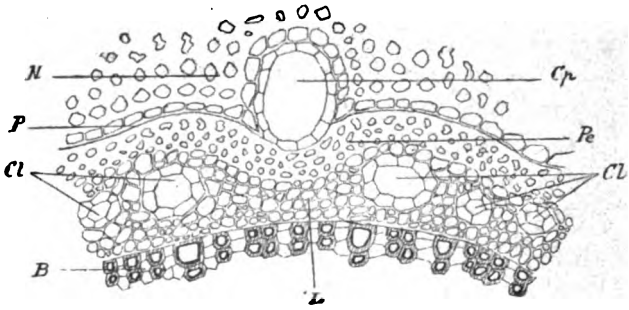



*Fig.* 7. — Section transversale des régions extérieures d'un faisceau dans la nervure foliaire médiane chez l'*Heteromorpha arborescens*. — *N*, collenchyme neural inférieur. — *Cp*, canal sécréteur péricyclique. — *P*, assise phlocotermique. — *Pc*, collenchyme péricyclique. — *L*, liber. — *Cl*, canaux sécréteurs libériens. — *B*, bois (région périphérique). — Grossissement 160/1.

liber forme un arc mince autour du bois, arc protégé par une couche de collenchyme péricyclique. Le point le plus saillant dans l'organisation de ces faisceaux, c'est la présence de canaux sécréteurs libériens, placés en dedans de l'arc collenchymateux péricyclique (fig. 7). Les deux plus gros de ces canaux sont situés à droite et à gauche du gros canal sécréteur cortical dont ils sont séparés par le péricycle. Les autres sont échelonnés à droite et à gauche des précédents et sont beaucoup plus petits. C'est là un cas nouveau de canaux sécréteurs libériens à ajouter à ceux qui ont été signalés ces dernières années par M. Carl Müller [1]. La présence de ces canaux, qui manquent totalement chez les vrais Buplèvres est un critère anatomique qui vient appuyer la séparation générique des *Bupleurum* et des *Heteromorpha*.

Lorsque les feuilles sont tripartites ou pennatipartites, l'organisation

[1] C. Müller, *Ueber phloëmständige Sekretkanäle der Umbelliferen und Araliaceen* (*Berichte der deutsch. bot. Gesellsch.*, vol. VI, Heft. 1, tab. 2, ann. 1888).

Digitized by Google

du pétiole est la même, sauf dédoublement des faisceaux latéraux, ce qui donne à la section du pétiole une forme pentagonale. Le collenchyme hypodermique est alors régulièrement sous-tendu par une mince couche de chlorenchyme, interrompue seulement par les gros canaux canaux sécréteurs corticaux. La médulle centrale contient trois petits canaux sécréteurs, dont un vers le milieu et deux au voisinage du bois des deux faisceaux les plus supérieurs.

## § 4. Conclusions.

Les conclusions à tirer de l'étude qui vient d'être faite, peuvent être résumées sous la forme d'un tableau exprimant les homologies qui existent entre les différentes parties des feuilles normales des Ombellifères et celles des appendices chez l'*Heteromorpha arborescens* et le *Rhyticarpus difformis*. Ce tableau serait le suivant :

| | *Ombellifères terrestres normales.* | *Heteromorpha arborescens.* | *Rhyticarpus difformis.* | *Bupleurum en général.* |
|---|---|---|---|---|
| Parties homologues de la feuille des Ombellifères terrestres. | Gaîne. | Gaîne. | Gaîne. | Gaîne. |
| | Pétiole présent, plus rarement absent. | Pétiole. | Pétiole. | Pétiole présent ou absent. |
| | Limbe divisé, rarement entier dans les feuilles supérieures (Smyrnium). | Limbe pennatipartite. Limbe palmatipartite. Limbe divisé ou entier avec toutes les transitions. | A. Feuilles basilaires. Limbe divisé normal. B. Feuilles raméales. Limbe divisé en baguettes prismatiques, représentant les nervures des lobes foliaires basilaires; pouvant être réduit à la seule nervure médiane; et celle-ci disparaissant, pouvant se réduire au pétiole. | Entier. |

Digitized by Google

On voit, grâce aux multiples transitions qui unissent les feuilles à limbes entier à celles pourvues d'un limbe découpé, que le limbe entier des *Bupleurum* n'est nullement un pétiole phyllodiné mais qu'il est bien homologue du limbe découpé des autres Ombellifères terrestres.

L'argument cardinal dans cette démonstration est fourni par l'*Heteromorpha arborescens* dont la feuille entière est strictement homologue tant morphologiquement qu'anatomiquement de celle du *B. fruticosum*. Or, chez chez la première de ces espèces, le même individu peut offrir des transitions multiples entre un limbe entier et un limbe pennatifide. Les appendices des *Bupleurum* sont donc des feuilles complètes et non point des phyllodes.

Le seul type qui présente une formation homologue aux vrais phyllodes est le genre *Rhyticarpus*. En effet, dans les *R. difformis* et *swellendamensis*, lorsque la réduction de la feuille en arrive au point que cette dernière est limitée au seul pétiole, on peut homologuer ce dernier avec les phyllodes du type *rhabdophyllodiné*, dont Bentham a mentionné toute une série parmi les Acacias australiens appelés par lui : *Teretes*. Mais ce phyllode est homologue du pétiole des *Bupleurum* et des *Heteromorpha* et non pas du limbe dans ces derniers genres, ainsi que les transitions décrites le prouvent surabondamment.

Il est intéressant de constater que le résultat auquel nous arrivons par la morphologie et l'anatomie comparées a été prévu par l'organogénie, sinon chez les Buplèvres mêmes, du moins chez certaines Renoncules qui présentent des formations tout à fait semblables et dont on avait aussi donné une interprétation phyllodique[1]. On pourra donc désormais continuer sans arrière-pensée, dans les ouvrages descriptifs, à attribuer aux Buplèvres de vraies feuilles.

[1] Voy. Gœbel, *Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane*, p. 241 (*Schenck's Handbuch der Botanik*, vol. III, 1re part.).

Digitized by Google

II

# Sur la carpologie et la systématique du genre Rhyticarpus

PAR

**John BRIQUET**

Le genre *Rhyticarpus* a été établi par Sonder en 1862 pour deux espèces d'Ombellifères du Cap, ballotées par les auteurs précédents entre les genres *Conium, Sium, Trinia* et *Bupleurum*[1].

Dans la clef analytique placée en tête des Ombellifères, Sonder place son genre *Rhyticarpus* entre les *Ptychotis* et les *Pimpinella*. Mais cet arrangement n'est dû qu'à l'emploi des caractères carpologiques dont la valeur et la signification changent complètement si on sort de la limite de la flore du Cap pour envisager l'ensemble des Ombellifères de l'ancien monde. Dans le texte même, l'auteur rapproche les *Rhyticarpus* des *Bupleurum*.

Bentham dans son *Genera*[2], a précisé les affinités des *Rhyticarpus* avec les *Bupleurum*, en les distinguant par leurs dents calicinales aigües et par leur stylopode conique. De plus, l'auteur croit devoir faire rentrer le *Bupleurum difforme* dans le genre *Rhyticarpus*.

Cette adjonction est entièrement justifiée. Non seulement, le *Bupleurum difforme* possède le calice et le stylopode des *Rhyticarpus*, mais encore son appareil végétatif, ainsi qne nous l'avons montré dans l'article précédent, se rapproche beaucoup plus du *Rhyticarpus swellendamensis* que des vrais *Bupleurum*.

Sonder fait dériver le nom de *Rhyticarpus*, de ρυτις, ride et καρπος, fruit, voulant indiquer par là que les méricarpes sont rugueux dans son

[1] Sonder, in Harvey et Sonder, *Flora capensis*, II, p. 525 et 540.
[2] Bentham, in Bentham et Hooker, *Genera plantarum*, I, p. 866 et 887.

Digitized by Google

nouveau genre. Ce caractère étant assez saillant, puisqu'on s'en est souvent servi pour distinguer des genres parmi les Ombellifères, nous avons été très étonné de voir que Bentham n'en disait pas un mot dans la diagnose du genre. Un examen détaillé du fruit des *Rhyticarpus* nous a bientôt convaincu que le silence de Bentham était significatif : les *R. rugosus* et *swellendamensis* ont des fruits à vallécules lisses, dans le sens habituel de ce mot; le fruit présente, il est vrai, une surface un peu bosselée à la maturité; mais ce détail est dû à la disparition graduelle de l'albumen et à la contraction consécutive du péricarpe : il n'y a aucun rapport entre cette apparence et celle des méricarpes à surface ridée. En revanche, le *Bupleurum difforme* rapporté par Bentham au genre *Rhyticarpus* possède des méricarpes rugueux. Cette circonstance permet heureusement de conserver le nom de *Rhyticarpus* qui sans cela, aux yeux de beaucoup de botanistes, aurait présenté des inconvénients graves, puisqu'il aurait perpétué une erreur relative à un caractère essentiel du genre.

Les fruits des *Rhyticarpus* ayant donné lieu à des indications incomplètes, il paraît essentiel d'en exposer en détail les caractères qui, comme on verra sont fort curieux. Nous les utiliserons pour la classification.

Épicarpe. — L'épicarpe du *R. rugosus* est lisse. Les cellules épidermiques ont une section vaguement carrée; les parois radiales sont minces et cellulosiques; les internes sont assez nettement collenchymateuses. Les parois extérieures sont fortement convexes et bombées extérieurement, fortement cuticularisées dans leur région externe. Il n'y a pas de différences entre les cellules épicarpiques des côtes, qui sont peu marquées, et celles des vallécules.

Chez le *R. swellendamensis,* l'épicarpe possède des caractères de xérophilie tout autrement accentués. Les parois internes sont seules cellulosiques et très minces. Les externes sont très saillantes extérieurement et presque coniques, d'ailleurs assez épaisses et entièrement cuticularisées. Le lumen, examiné dans les éléments voisins de la face commissurale, a exactement la forme d'une bouteille ou d'une quille (fig. 3 C) : il présente un tronc qui va se rétrécissant vers le haut en un goulot étroit, terminé lui-même par un faible élargissement. Les parois latérales, qui donnent au lumen cette forme bizarre sont très épaisses et entièrement cuticularisées. Ce n'est qu'à la base, au point où le lumen atteint son plus grand diamètre, qu'elles sont subitement rétrécies. Les

Digitized by Google

cellules de l'épicarpe ne conservent pas une apparence identique sur les vallécules et sur les côtes extérieures. Dans cette région, les éléments sont moins élevés, et le lumen au lieu de se terminer en cou de bouteille, se prolonge à droite et à gauche sous la forme de deux fentes divergentes (fig. 3 B). En revanche, sur la face commissurale des méricarpes, la forme extrême des cellules s'atténue un peu pour se rapprocher de celle décrite chez le *R. rugosus*.

Le *R. difformis* exagère jusqu'à l'excès la disposition décrite dans l'espèce précédente. Ici, l'épicarpe est entièrement plissé, à plis si serrés et si compliqués, que les cellules sont entassées les unes contre les autres

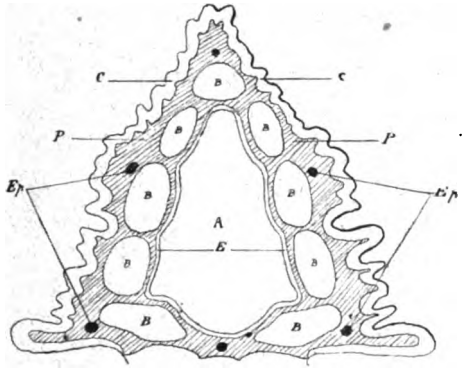



*Fig. 1.* — Section transversale d'un méricarpe chez le *Rhyticarpus difformis*. — *C*, épicarpe. — *P*, mésocarpe. — *E*, endocarpe. — *Ep*, faisceaux libéro-ligneux. — *B*, bandelettes. — *A*, albumen. — Grossissement 18/1.

de façon à ce que la forme en soit difficile à reconnaître (fig. 1). Les éléments ont la forme de hautes palissades à parois internes minces et cellulosiques, à parois radiales et externes formidablement cuticularisées et épaissies. Le lumen, assez large à la base de la cellule, se réduit subitement à un étroit canal entre les deux parois latérales voisines (fig. 3 A). Il n'y a pas d'élargissement du lumen au sommet comme dans l'espèce précédente, ou en tous cas, cet élargissement est beaucoup moins net. Les parois externes sont bombées extérieurement.

Mésocarpe. — Cette partie du méricarpe est entièrement constituée chez le *R. rugosus* par un tissu collenchymateux homogène à petits éléments. Dans la jeunesse, ce tissu est ± chlorophyllien, mais avec l'âge, il devient incolore.

Digitized by Google

Chez le *R. swellendamensis,* le mésocarpe est formé par nn parenchyme un peu collenchymateux à gros éléments. Ces éléments perdent leur chlorophylle de très bonne heure. En revanche, les éléments périphériques, qui sont aussi les plus gros, contiennent de grosses mâcles d'oxalate de chaux en forme d'oursin, caractère qui rappelle beaucoup le mésocarpe dans le genre *Bupleurum.*

Une organisation analogue, se trouve réalisée chez le *R. difformis.* Seulement ici, l'espace laissé au parenchyme mésocarpique, qui a partout des parois minces, est beaucoup plus restreint à cause de l'énorme développement des bandelettes. On ne trouve guère ce parenchyme développé que sous les voûtes formées par les saillies des rugosités de l'épicarpe. Les éléments extérieurs contiennent çà et là des oursins.

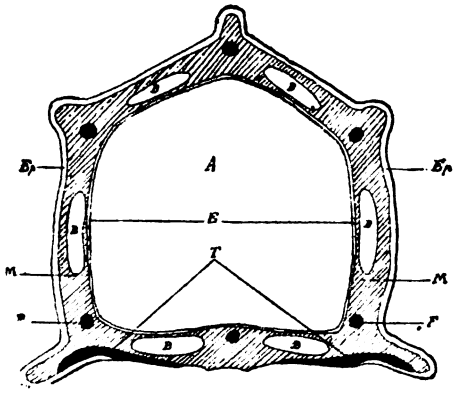



*Fig. 2.* — Section transversale d'ensemble d'un méricarpe chez le *Rhiticarpus swellendamensis.* — *Ep,* épicarpe. — *M,* mésocarpe. — *E,* endocarpe. — *F,* faisceaux libéro-ligneux. — *B,* bandelettes. — *T,* tissu de soutien commissural. — *A,* albumen. — Grossissement 18/1.

Tissu de soutien des côtes. — Le seul *Rhyticarpus* qui présente une formation de ce genre, est le *R. swellendamensis.* Dans cette plante les côtes latérales sont très faibles, la médiane est plus marquée, sans cependant posséder de tissu de soutien particulier. En revanche, les deux côtes internes (commissurales), qui sont assez développées, sont soutenues par un parenchyme à éléments polyédriques, à parois sclérifiées, lignifiées et pourvues de ponctuations circulaires. Ce tissu ne forme pas, comme c'est le cas habituel chez les Ombellifères, des lames adossées à l'endocarpe et traversant les côtes radialement jusque vers leur sommet (fig. 2); il constitue une couche hypodermique qui part environ du milieu des côtes pour s'étendre de là sous la

Digitized by Google

face commissurale de chaque méricarpe. Il va sans dire que cette zone mécanique est interrompue sous la ligne commissurale.

Bandelettes. — Il existe, dans le genre *Rhyticarpus,* deux types très différents de répartition des bandelettes.

Le premier type est réalisé par les *R. rugosus* et *R. swellendamensis.* Chez ces plantes, chaque méricarpe comporte six bandettes, réparties comme suit (fig. 2) : une dans chaque vallécule, deux sur la face commissurale, placées symétriquement à droite et à gauche de la ligne commissurale. Les bandelettes ont une section elliptique, à grand axe tangentiel; elles sont très rapprochées de l'endocarpe, dont seules 1-2 assises de parenchyme les séparent.

Chez le *R. difformis,* les bandelettes forment autour de l'endocarpe un anneau complet (fig. 1) : elles ne sont séparées les unes des autres que par une à deux assises de parenchyme. Le nombre des bandelettes,

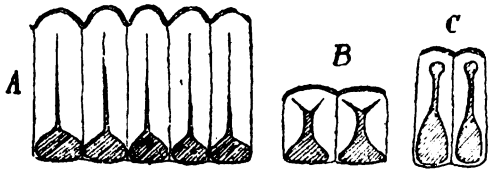



*Fig. 3.* — Cellules de l'épicarpe : *A*, chez le *Rhyticarpus difformis; B*, dans la région dorsale du *Rhyticarpus swellendamensis; C*, dans la région latéro-commissurale de la même espèce. Grossissement 120/1.

qui sont très volumineuses, est en général de huit. Nous disons en général, car il arrive souvent que deux bandettes se fusionnent ou au contraire qu'une bandette se divise en deux canaux sécréteurs plus petits. La répartition des bandelettes par vallécules ne saurait être indiquée exactement parce que les côtes latérales ne sont pas marquées et que la section transversale des méricarpes devient vaguement triangulaire au lieu d'être nettement pentagonale. On aura alors trois vallécules sur chaque face latérale et deux sur la face commissurale. On voit en outre quelquefois une bandelette correspondant à la côte dorsale (fig. 1), mais ce cas est peu fréquent. Indépendamment de ces bandelettes normales, les faisceaux libéro-ligneux sont accompagnés de bandelettes d'origine péricycle, beaucoup plus petites que les précédentes. On trouve ces bandelettes très régulièrement en face des faisceaux qui correspondent aux côtes internes (commissurales); elles sont

Digitized by Google

irrégulièrement développées ou manquent souvent en face des autres faisceaux.

Faisceaux libéro-ligneux. — Les faisceaux atteignent leur développement maximal en face des côtes commissurales chez le *R. difformis.* Ils présentent en section transversale un gros îlot ligneux, formé par des vaisseaux et du parenchyme à parois épaisses, mélangé avec des stéréides, un arc libérien normal et un paquet de stéréome péricyclique surmontant le liber. Le stéréome péricyclique est séparé du canal sécréteur ci-dessus mentionné (quand il existe) par plusieurs assises de parenchyme de sorte qu'on peut être dans le doute sur l'origine topographique du canal. Nous qualifions ce dernier de péricyclique en nous basant sur les données obtenues dans notre monographie des Buplèvres des Alpes-Maritimes actuellement à l'impression. Les autres faisceaux (commissuraux, latéraux et médian; au total, avec les précédents, sept par méricarpe) sont moins développés et, en particulier, n'ont pas de stéréome péricyclique développé. Au voisinage des faisceaux, surtout de ceux qui correspondent aux côtes commissurales, on voit souvent les éléments du parenchyme sclérifier et lignifier leurs membranes, en conservant des ponctuations circulaires. Mais la formation de ce sclérenchyme est trop irrégulière et trop mal délimitée pour que nous ayons cru devoir en faire mention comme tissu de soutien.

Chez le *R. swellendamensis,* et surtout chez le *R. rugosus,* les faisceaux sont constitués d'une façon analogue, mais beaucoup plus débiles; ils sont à peu près dépourvus ou dépourvus de stéréome péricyclique et ne sont pas flanqués de canaux sécréteurs.

Endocarpe. — Ce tissu est simplement formé par des cellules parenchymateuses, à parois également minces chez les *R. swellendamensis* et *R. rugosus.* Chez le *R. difformis*, il est constitué par des éléments parallélipipédiques, à parois internes et externes très épaisses, possédant l'éclat du collenchyme, et à parois radiales très minces. Cette organisation rappelle celle de beaucoup de Buplèvres. Vers le haut du méricarpe, au voisinage du stylopode, la paroi interne des méricarpes est tapissée par plusieurs assises de trachéides, pourvues de ponctuations aréolées, lesquelles établissent une connexion entre les éléments vasculaires des faisceaux du style et les faisceaux du méricarpe.

Semences. — Le test presque entièrement résorbé et l'albumen ne

Digitized by Google

présentent chez les *Rhyticarpus* aucune particularité par rapport aux *Bupleurum* et genres voisins.

L'anatomie du fruit, telle que nous venons de la faire, révèle des caractères carpologiques importants qui peuvent être utilisés pour la classification du genre. Nous entendons cette classification de la manière suivante :

**Rhyticarpus** Sond.

in Harv. et Sond., *Fl. cap.*, II, p. 540; Benth. in Benth. et Hook., *Gen. plant.*, I, p. 887. — Calicis dentes evoluti, conspicui, acuti. Petala basi lata, apice in acumen longum involutum angustata, costa haud prominula, ideo apice quasi obtusa et ± cucullata. Stylopodia late conica, margine leviter expanso, stylis duobus brevibus coronata. Fructus ovatus, a latere compressus, commissura sat lata; mericarpia 3-5 gona; juga primaria prominula, æqualia vel subæqualia, exalata; vittæ ad valleculas solitariæ vel 3-5, facie commissurali 2, raro secus fasciculos libero-lignosos evolutæ. Semen subteres. — Herbæ perennes, suffrutices vel frutices glabri, glauci rigidi, ramosi. Folia caulina 3-pennatisecta, segmentis pinnatis, vel ad petiolum rhabdophyllodineum rigidum reducta. Umbellæ compositæ. Involucri et involucellorum bracteæ vel bracteolæ parvæ. Flores flavi. — Species 3 Africæ australis in aridioribus incolæ.

Sect. 1. Bupleurastrum Briq. — Mericarpia epicarpio plicato-rugoso, sectione subtriangulari, costis lateralibus vix evolutis. Vittæ circa endocarpium crebræ, adpressæ, 2 commissurales, 3 in lateribus (valleculis), vel numero auctæ. Fasciculi libero-lignosi magis evoluti, sæpe vitta pericyclica aucti (præsertim ad costas internas (commissurales). — Frutex.

1. *R. difformis* Benth. et Hook. in Jacks. *Index Kewensis*, IV, p. 719 (ann. 1895) = *B. difforme* Linn. *Sp. pl.*, ed. 1, p. 238 (1753); Sonder in Harv. et Sond. *Fl. cap.*, II, p. 541 = *Tenoria difformis* Spreng. in *Neue Schr. Naturf. Gesellsch. Halle*, II, p. 32 (1813) = *Œnanthe exaltata* Thunb. *Fl. cap.*, p. 254. — Frutex 2-3 pedalis. Folia prima palmatisecta, plana, viridia, petiolata, mox decidua; secundaria in planta adulta ad caulem fasciculata, pinnato-ternata, segmentis teretibus apice peracutis, vel a rachin cum petiolo reducta segmentis cæteris abortietibus, vel ad petiolos rhabdophyllodineos reducta. Rami nude paniculati. Umbella radiis 8-20, robustis, 1,5-3 cm. longis, invo-

Digitized by Google

lucri bracteis 5-8 ovatis, apice acutis, valde abbreviatis. Involucellum bracteolis circa 5-6 ovato-lanceolatis acutis, valde abbreviatis; umbellula pedicellis 2-8 mm. longis. Corollæ luteæ. Fructus obovoideus, mericarpiis ochrofulvis (de structura interna vide supra).

Hab. : in montibus aridis, ad rupes vel declivitates petræas, a Capite Bonæ Spei usque ad Caffrariam.

Sect. 2. Rhyticarpellus Briq. — Mericarpia epicarpio lævi, sectione 5 gona, costis lateralibus evolutis. Vittæ solitariæ, in quoque vallecula 1 (rarissime huc vel illuc 2), in facie commissurali 2. Fasciculi libero-lignosi debiles, vittis pericyclicis carentibus. — Herbæ perennes vel suffrutices.

2. *R. swellendamensis* Briq. = *Trinia swellendamensis* Eckl. et Zeyh. *Enum.*, III, p. 340 (1837) = *Bupleurum acerosum* E. Mey. in Drege *Zw. Pfl. Docum.*, p. 170 (absque diagn. 1842) = *R. Ecklonis* Sond. in Harv. et Sond. *Fl. cap.*, II, p. 540 (1862). — Suffrutex 1-2 pedalis, caule ut videtur parum ramoso superne pallide viridi. Folia basilaria biternata, lobis elongatis, teretibus, acutis, rigidibus sulcatis, terminali longiore, viridia, petiolata; caulinaria trifida vel ad petiolum rhabdo-phyllodineum apice rudimenta segmentorum ferente reducta. Umbella pedunculata radiis 5-7, viridibus, nudis, ad 2 cm. longis, involucri bracteis ovato-lanceolatis vel lanceolatis apice acutis, abbreviatis. Umbellula pedicellis 2-4 mm. longis, involucelli bracteolis linearibus abbreviatis. Calix dentibus elongatis, stylopodium circiter æquantibus. Corolla flavida evidenter subcucullata. Fructus late ovoideus vel obovoideus, semper flavo-virens (de structura interna vide supra).

Hab. : in coloniæ capensis locis aridis prope Kano, inter Kochmanskloof et Gaunitzriver et prope Gnadenthal.

3. *R. rugosus* Sond. in Harv. et Sond. *Fl. cap.*, II p. 540 = *Conium rugosum* Thunb. *Fl. cap.*, p. 253 (1807-1813) = *Sium paniculatum* Thunb., l. c., p. 261 = *Trinia uitenhagensis* Eckl. et Zeyh. *Enum.*, III, p. 340 (1837) = *Lepisma paniculatum* E. Mey. p. p., Eckl. et Zeyh. in Drege *Zw. Pfl. Docum.*, p. 198 (1843). — Planta radice nigra, caule 2-3 pedali, tereti, striato, pruinoso, nonnunquam purpureo-maculato, superne ramoso. Folia basilaria, 2-3 pinnatisecta, lobis integris vel trifidis et oblongo-lanceolatis vel cuneatis incisis vel dentatis, conferta, viridia; caulinaria glauca internodiis elongatis separata, ternato-pinnata, segmentis lineari-teretibus, brevibus, acutis;

Digitized by Google

suprema tripartita vel indivisa; omnia petiolata. Caulis superne ample ramosus. Umbella radiis 6-8, glaucis, ad 2 cm. longis, involucri bracteis linearibus abbreviatis apice acutis. Umbellulæ pedicellis ad 3 mm. longis, involucelli bracteolis brevibus subulatis. Calicis dentes stylopodium æquantes. Corolla flava petalis evidenter subcucullatis. Fructus late ovoideus, diu ± glaucus (de structura interna vide supra).

Hab. : In locis aridis ad Caput Bonæ Spei.

*Nota.* — Genus et species ad specimina numerosa a cl. Verreaux, Mundt et Maire, Drege, Ecklon et Zeyher, Roxburgh et Schlechter in herbario Delessertiano asservata descripsimus.

---

Digitized by Google

# III

# Recherches sur les feuilles septées chez les Dicotylédones

PAR

**John BRIQUET**

## § 1. Des feuilles septées en général.

La première mention des feuilles septées chez les plantes supérieures est due à Guettard, qui a signalé leur existence par cette phrase : « On rencontre des valvules ou diaphragmes dans plusieurs plantes aquatiques »[1].

Cette vague indication a été précisée en 1825 par J. de Laharpe, qui décrit les feuilles septées chez les *Juncus*, comme suit : « Il est une structure particulière aux joncs à feuilles arrondies, et d'autant plus singulière qu'elle n'a été observée nulle part ailleurs ; elle se présente sous l'aspect de diaphragmes celluleux, complets ou incomplets, divisant la cavité interne de la feuille en un nombre plus ou moins grand de cellules, et apparaissant, lors de la dessiccation, comme autant de nœuds qui divisent la feuille. A quoi peut tenir une disposition si constante ?[2] ».

Nos connaissances sur les feuilles septées ont gardé ce caractère rudimentaire jnsqu'en 1872, époque à laquelle Duval-Jouve plaça les deux citations données ci-dessus en tête d'un mémoire fondamental sur ce sujet[3]. Dans ce mémoire, non seulement Duval-Jouve a élucidé la structure des diaphragmes chez le Joncacées, mais il a constaté leur

[1] Guettard, *Observations sur les plantes*, II, p. 184 (ann. 1747).

[2] J. de Laharpe, *Monographie des vraies Joncées* (*Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris*, III, p. 106, ann. 1825).

[3] J. Duval-Jouve, *Diaphragmes vasculaires des Monocotylédones aquatiques*. (*Mém. de l'Acad. de Montpellier*, VIII, p. 157-176, tab. VIII, ann. 1873).



Digitized by Google

existence et les a étudiées dans un bon nombre d'autres groupes. L'organisation des diaphragmes est toujours dans ses grandes lignes la suivante. La feuille, creuse intérieurement, est séparée en cavités distinctes par des cloisons persistantes. Ces cloisons sont constituées par du parenchyme à éléments polyédriques ou globuleux ou bien à éléments rameux et étoilés. Le plancher parenchymateux est parcouru par des anastomoses libéro-ligneuses qui relient transversalement les faisceaux longitudinaux situés à la périphérie de la feuille.

Voici l'énumération des genres dans lesquels Duval-Jouve a constaté la présence de feuilles septées, à diaphragmes vasculaires :

Joncacées : *Juncus*, *Luzula*.
Graminées : *Glyceria, Oryza*.
Cypéracées : *Cladium*, *Carex*, *Scirpus, Cyperus*.
Typhacées : *Typha, Sparganium*.
Aracées : *Acorus*.
Potamogetonées : *Potamegeton, Posidonia, Zostera*, *Aponogeton*.
Musacées : *Thalia*, *Stretitzia, Musa*.
Hydrocharidées : *Vallisneria*.
Iridées : *Iris*.
Amaryllidées : ? *Crinum*.
Pontederiacées : *Pontederia*.
Alismacées : *Butomus*, *Alisma, Sagittaria*.

Ces diaphragmes existent donc dans 25 genres de Monocotylédones et il n'y a pas de doute que ce nombre pourrait être encore considérablement augmenté.

Duval-Jouve a recherché l'existence des diaphragmes chez diverses Dicotylédones aquatiques *(Ceratophyllum*, *Hippuris*, *Myriophyllum, Jussiæa)*, mais avec un insuccès complet. Seul, le *Villarsia nymphoides* (Gentianées) a fait exception. Chez cette plante, il existe des diaphragmes à cellules étoilées comme chez les Monocotylédones. Ces diaphragmes sont accompagnés de petits vaisseaux qui en suivent les bords, en s'appuyant contre les cloisons longitudinales des lacunes et sont entourés d'un manchon de chlorenchyme.

Cette dernière indication est tombée dans l'oubli et la plupart des traités considèrent les diaphragmes vasculaires comme une particularité des Monocotylédones.

Nous nous proposons de faire connaître dans ce travail quelques cas remarquables de feuilles septées chez les Dicotylédones. L'existence de

Digitized by Google

ces feuilles était naturellement signalées dans les *Genera* et quelques ouvrages systématiques généraux, mais la façon sommaire dont ces organes y sont décrits explique qu'ils aient passé inaperçus des botanistes en général [1].

## § 2. Etude de la feuille de l'Ottoa œnanthoides Kunth.

L'*Ottoa œnanthoides* Kunth [2] est une Ombellifère des marécages du Mexique et de la Colombie qui est voisine des genres *Anthriscus* et *Scandix* par l'organisation de la fleur et du fruit. L'appareil végétatif

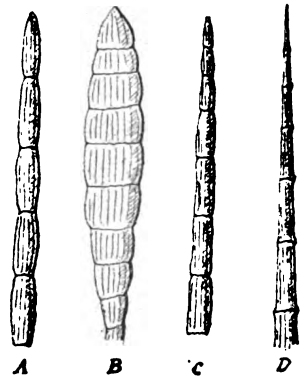



*Fig. 1.* — Feuilles septées de Dicotylédones. — *A*, feuille cylindrique du *Crantzia lineata* (grandeur naturelle). — *B*, feuille plus aplatie de la même espèce (grandeur naturelle). — *C*, sommet d'une feuille cylindrique de l'*Ottoa œnanthoides* ($^1/_4$ de la grandeur naturelle). — *D*, sommet d'une feuille cylindique du *Tiedmannia teretifolia* ($^1/_4$ de la grandeur naturelle).

est vivace. La racine pivotante s'enfonce profondément dans la vase, où elle émet dans toutes les directions des radicelles débiles et assez peu nombreuses. D'après des échantillons récoltés en Colombie par Jameson, il se constitue avec le temps un rhizome oblique assez épais.

[1] Nos recherches étaient terminées quand paru le mémoire de M. Bitter déjà mentionné plus haut, qui attire l'attention des botanistes sur les feuilles septées du genre *Crantzia*. Mais le travail de M. Bitter ne contient pour ainsi dire rien sur ces feuilles, en dehors de leur simple mention. L'anatomie, en particulier, y est totalement omise.

[2] Kunth, in Humboldt et Bonpland, *Nova genera et species amer.*, vol. 20, tab. 423.

Digitized by Google

Les feuilles sont toutes basilaires. Tout au plus voit-on çà et là les axes florifères scapiformes être ornés d'une feuille caulinaire largement engaînante.

Les feuilles (fig. 1 C) sont cylindriques, mais un peu aplaties perpendiculairement au plan de la gaîne, de sorte que la section transversale devient elliptique. La gaîne est constituée par deux oreillettes obtuses au sommet, membraneuses, qui sont beaucoup plus larges que la partie cylindrique de la feuille, et dont les extrémités sont libres. La partie cylin-

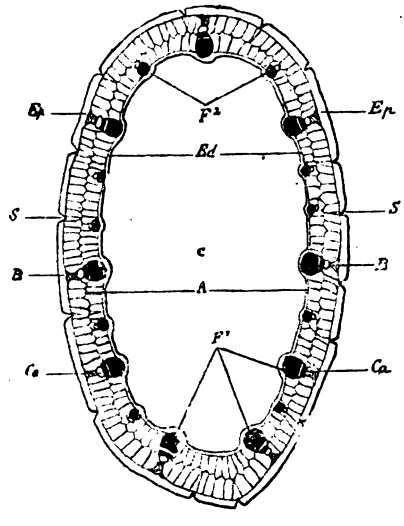



*Fig. 2.* — Section transversale d'ensemble de la feuille chez l'*Ottoa senanthoides;* le côté dorsal occupe le sommet de la figure. — *Ep*, épiderme. — *S*, stomates. — *A*, tissu palissadique. — *B*, travées de collenchyme des faisceaux principaux. — *Ca*, canaux sécréteurs péricycliques. — $F^1$, faisceaux principaux. — $F^2$, faisceaux accessoires. — *Ed*, endothelium. — *C*, cavité centrale. — Grossissement 24/1.

drique vient donc s'insérer obliquement sur la gaîne qui en bouche la partie inférieure. Çà et là, le cylindre foliaire vert, qni a l'apparence d'une tige, est contracté. La contraction dessine une ligne circulaire plus foncée autour du cylindre ; c'est le lieu d'insertion d'un diaphragme. Les articles séparés par des diaphragmes vont en diminuant de longueur de la base au sommet de la feuille : le dernier, très court, se termine par un sommet conique.

La surface du cylindre foliaire est entièrement glabre et finement striée dans le sens de la longueur.

Une section transversale du cylindre (fig. 2) passant par le milieu d'un



Digitized by Google

article montre à l'intérieur une cavité entièrement vide et tapissée par une assise de cellules nettement définie, qui sera décrite plus loin. Il n'y a pas de traces de lambeaux cellulaires sur les parois de la cavité.

L'épiderme est constitué par des cellules assez volumineuses, à parois extérieures assez fortement épaissies, cuticularisées et recouvertes d'une cuticule un peu plissée. La zone la plus intérieure de la paroi externe reste cellulosique. Les parois sont bombées extérieurement et font même saillie ça et là sous forme de papilles. Les cloisons radiales sont minces et cellulosiques ; les internes sont très épaissies et à caractère fortement collenchymateux.

Les stomates sont enfoncés dans des puits profonds, dont les parois sont constituées par des cellules épidermiques superposées. Les parois externes de ces cellules sont de moins en moins épaissies à mesure que l'on se rapproche du stomate ; en revanche, elles restent fortement cuticularisées. Les stomates appartiennent au type dicotylédoné normal. Lorsqu'on fait des coupes en série, on s'aperçoit que les cavités qui paraissent être des puits sur une seule coupe transversale font en réalité partie de rainures dans lesquelles sont logés les stomates. Ce sont ces rainures qui donnent à la feuille son apparence striée. Avec l'âge, la feuille s'élargissant dans sa partie inférieure, les stomates paraissent moins enfoncés et ce sont les côtes à faisceaux, un peu saillantes, qui conservent encore à la surface de la feuille une striation plus ou moins apparente.

Le mésophylle absolument centrique est formé par deux assises de hautes palissades dont les éléments alternent d'une couche à l'autre. Ces palissades sont richement pourvues de chloroplastes ; elles s'écartent et se raccourcissent fortement aux points où se trouvent des stomates.

Les faisceaux sont répartis uniformément autour de la cavité centrale ; ils sont en contact avec ce tissu particulier qui limite la grande cavité foliaire et auquel nous donnerons le nom d'*endothelium*. Leur calibre est variable : en général, un faisceau volumineux est séparé du suivant par un à trois faisceaux plus petits. Le bois possède une section transversale aplatie perpendiculairement à la surface de la feuille. Il est formé presque exclusivement par des trachées spiralées serrées, accompagnées de quelques stéréides et éléments parenchymateux ; il n'y a pas d'endoxyle distinct. Le liber forme une mince bande superposée au bois, dans laquelle on distingue d'étroits tubes criblés du type *Cucurbita* avec cellules compagnes et du parenchyme. Le péricycle

Digitized by Google

différencie graduellement à la périphérie de ce liber quelques stéréides. Il donne en outre naissance à un canal sécréteur qui accompagne chaque faisceau, si petit soit-il. En face de chaque faisceau, l'épiderme est sous-tendu par un hypoderme collenchymateux qui se relie par quelques éléments également collenchymateux avec l'épithèle du canal sécréteur. Dans les petits faisceaux, cette union n'a pas lieu et le chlorenchyme passe par dessous le canal sécéréteur. En outre, dans beaucoup de feuilles, l'hypoderme collenchymateux s'étend plus ou moins loin sous l'épiderme en dehors de la région neurale.

Le tissu que nous avons désigné plus haut sous le nom d'*endothelium*, tapisse la cavité centrale sans interruption. Il est en contact direct avec le bois des faisceaux et avec l'assise interne du chlorenchyme en dehors des nervures. Il est constitué par des éléments médiocres à parois radiales relativement minces, tandis que les parois internes et externes sont fortement épaissies; l'utricule plasmique ne contient pas ou seulement de très rares chloroplastes. Le caractère de ce tissu est nettement collenchymateux. Il ressemble à un épiderme, mais en diffère par l'absence de cuticule et l'absence totale de stomates. Nous aurons à revenir sur sa valeur morphologique. Avec l'âge, l'endothelium s'étire tangentiellement, les lumens s'écrasent et la cavité paraît bordée par une épaisse lame cellulosique brillante.

Aux articulations, la cavité centrale de la feuille est coupée par un diaphragme complet, épais de 1-3 assises de cellules. Les éléments du diaphragme sont parenchymateux, à membranes plus ou moins collenchymateuses. Ils forment une trame serrée, percée ça et là de méats, dans laquelle circulent des branches libéro-ligneuses. Le réseau anastomotique formé par ces branches n'est pas très régulier. En général, on voit partir des deux faisceaux qui occupent les sommets de l'ellipse foliaire des branches qui pénètrent dans le plancher du diaphragme et vont rejoindre, après avoir décrit une courbe, les faisceaux situés sur les côtés de l'ellipse. Les communications transversales directes à travers le diaphragme ne sont nettement visibles que dans les diaphragmes supérieurs.

Cette organisation rappelle beaucoup, comme on voit, celle des feuilles septées des Joncacées à diaphragmes parenchymateux.

Digitized by Google

### § 3. Etude de la feuille du Crantzia lineata Nutt.

Tandis que l'*Ottoa œnanthoides* Kunth appartient aux Amminées, le *Crantzia lineata* Nutt.[1] se range dans le groupe des Sésélinées. Et cependant la similitude d'apparence extérieure est extrême entre ces deux plantes, au moins dans certains états. Cette restriction nous amène à parler du polymorphisme que produit dans cette plante les variations du milieu. Le *Crantzia lineata* est une herbe aquatique vivace qui abonde dans la région montagneuse et andine tropicale ou subtropicale tant de l'Amérique du nord que de l'Amérique du sud. On la retrouve de l'autre côté de l'Océan pacifique, tant en Australie qu'en Nouvelle Zélande ! Malgré cette vaste distribution, qui lui a fait attribuer suivant les pays divers noms spécifiques, l'espèce ne modifie guère son faciès, tant que les conditions extérieures du milieu restent semblables. Le rhizome stoloniforme radicant produit aux nœuds de petites rosettes de feuilles qui ont exactement la même forme que dans l'*Ottoa œnanthoides*. Ce sont des organes cylindriques (fig. 1 A), articulés, bouchés à la base par une gaîne à deux oreillettes. Aux nœuds, le rhizome produit de nombreuses racines adventives. — Au bord des fossés, dans la vase, le *Crantzia* reste petit, ses feuilles forment de petites touffes gazonnantes, hautes de quelques centimètres ; les articles sont courts ; l'ensemble du cylindre est presque linéaire. — Si le rhizome se trouve dans l'eau, les rosettes deviennent plus lâches, les feuilles s'allongent, tout en restant étroites. — Enfin, si l'eau devient profonde, les feuilles nagent à la surface, elles atteignent jusqu'à 40 cm. de longueur. Les stolons pendent à quelque distance au-dessous de la surface de l'eau en produisant aux nœuds des paquets de racines adventives longues et délicates, qui se ramassent en pinceau lorsqu'on sort la plante de l'eau. Le limbe tend à perdre sa forme nettement cylindrique, la partie elliptique que présente la coupe transversale s'exagère : la feuille s'aplatit. Une disposition extrême, mais rare, présentée par les feuilles est celle dans laquelle l'aplatissement relatif s'associe à un élargissement vers le sommet, lequel tend à constituer un vrai limbe (fig. 1 B). Malgré cette apparence particulière, la feuille conserve toujours ses articulations, sa cavité centrale et ne modifie pas sensiblement sa structure anatomique.

L'épiderme, comme d'ailleurs tous les autres tissus du *Crantzia*, pré-

[1] Nuttall, *Genera. North Amer. pl.*, I, p. 177 (ann. 1818).

Digitized by Google

sente des caractères beaucoup plus nettement hygrophiles que dans le genre *Ottoa*. Les cellules sont médiocres, à parois radiales minces, à parois internes et externes collenchymateuses. Les externes sont peu bombées, pourvues d'une cuticule très nette, même dans les organes submergés; en revanche, la cuticularisation de la paroi même est très faible.

Les stomates ne présentent aucune particularité; ils sont placés dans le plan des autres cellules épidermiques; ils manquent ou sont atrophiés dans les feuilles entièrement submergées.

Le mésophylle est constitué par trois à cinq assises de cellules polyédriqnes assez lâches. Ces cellules contiennent des chloroplastes en quantité médiocre. L'assise située sous l'hypoderme possède en général des éléments plus volumineux sans qu'il y ait réellement formation de palissades. C'est surtout ici que se répercutent les variations morphologiques signalées plus haut. Plus les feuilles ont une vie aérienne plus le chlorenchyme est caractérisé comme tel (abondance plus grande de chloroplastes, réduction des méats, etc.). Plus les feuilles adoptent une vie aquatique, plus aussi ces caractères s'atténuent.

Les faisceaux distribués comme dans le genre *Ottoa* en diffèrent par quelques caractères. Ils sont en général plus volumineux. Les vaisseaux sont beaucoup plus grands. On passe très rapidement des trachées initiales aux gros élémentsde section polygonale, pourvus de grandes ponctuations aréolées. Le parenchyme existe autour des trachées initiales, mais le stéréome est presque réduit à zéro. Le liber et le péricycle avec son canal sécréteur sont constitués comme dans le genre *Ottoa*.

L'*endothelium* est représenté ici par une assise de cellules parenchymateuses à parois délicates et se déchirant facilement. Cet endothelium ne possède ni stomates ni cuticule; il est dépourvu de chloroplastes.

Les diaphragmes dans les articulations sont constitués comme chez l'*Ottoa œnanthoides*, mais le parenchyme a des membrane délicates. Les branches vasculaires ne présentent pas de différences marquées sur celles du genre précédent.

Il y aurait encore, pour compléter cette description, à mentionner le fait que la plupart des faisceaux libéro-ligneux sont nettement reliés avec l'épiderme par un petit massif collenchymateux, très semblable à celui des nervures de gros calibre dans le genre *Ottoa*.

Digitized by Google

## § 4. Etude de la feuille du Tiedmannia teretifolia DC.

Le *Tiedmannia teretifolia* DC.[1] est une Peucédanée que Bentham considère comme un sous-genre des *Peucedanum,* d'après l'organisation de la fleur et du fruit[2]. Malgré la distance systématique qui sépare cette plante des *Crantzia* et des *Ottoa,* elle leur ressemble beaucoup par son apparence extérieure.

L'appareil végétatif est vivace; à rhizome portant de nombreuses racines vivant dans la vase. Les feuilles basilaires sont seules bien développées; les caulinaires sont très courtes et pourvues de très peu nombreuses articulations. Les feuilles basilaires atteignent au contraire jusqu'à 40 et 50 cm. de longueur. La gaîne est membraneuse, un peu scarieuse, et très faiblement auriculée; elle obstrue la base du cylindre foliaire. Ce dernier possède l'apparence générale du cylindre foliaire des *Ottoa* et des *Crantzia.* Il présente cependant diverses particularités notables (fig. 1 D). Le cylindre est vert et strié, un peu aplati perpendiculairement au plan de la gaîne, droit et rigide; il se prolonge insensiblement au sommet en une pointe effilée et très aiguë. L'apparence lanciforme de ces organes est encore exagérée par le fait de leur rigidité, qui fait contraste avec la flaccidité de la feuille chez les *Ottoa* et les *Crantzia.* La feuille au lieu de se contracter aux articulations est au contraire un peu élargie et renflée en ce point.

L'organisation intérieure de ces feuilles est autrement compliquée que dans les genres précédents et présente le plus grand intérêt (fig. 3).

L'épiderme possède des éléments assez gros, parallélipipédiques, à parois radiales et internes minces, à parois externes à peine plus épaisses, non cuticularisées, mais couvertes d'une cuticule plissée. Ces cellules sont faiblement convexes au dehors. Les stomates, placés dans le plan de l'épiderme ou légèrement enfoncés, ont des cellules de bordure, qui ont presque la hauteur des cellules annexes, à lumens de section triangulaire et des becs extérieurs très marqués. L'ostiole communique avec la chambre respiratoire par un étroit canal inséré dans l'hypoderme.

Une des particularités essentielles des feuilles du *Tiedmannia* consiste en effet dans la présence d'un hypoderme scléreux, à cellules

[1] A.-P. de Candolle, *Prodromus,* IV, p. 187 (ann. 1830); *Mém. Ombellif.,* p. 51, t. XII.

[2] Bentham, in Bentham et Hooker, *Genera plantarum,* I, p. 920.

Digitized by Google

fibreuses, très allongées dans le sens de l'axe de la feuille. Ces cellules ont des parois très fortement sclérifiées et lignifiées. Seule la région la plus externe des cellules reste cellulosique et entoure d'un cercle très net la partie lignifiée. L'hypoderme ne comporte habituellement qu'une seule assise de cellules. Cependant ça et là, particulièrement au-dessus des gros faisceaux, il peut atteindre une épaisseur de deux

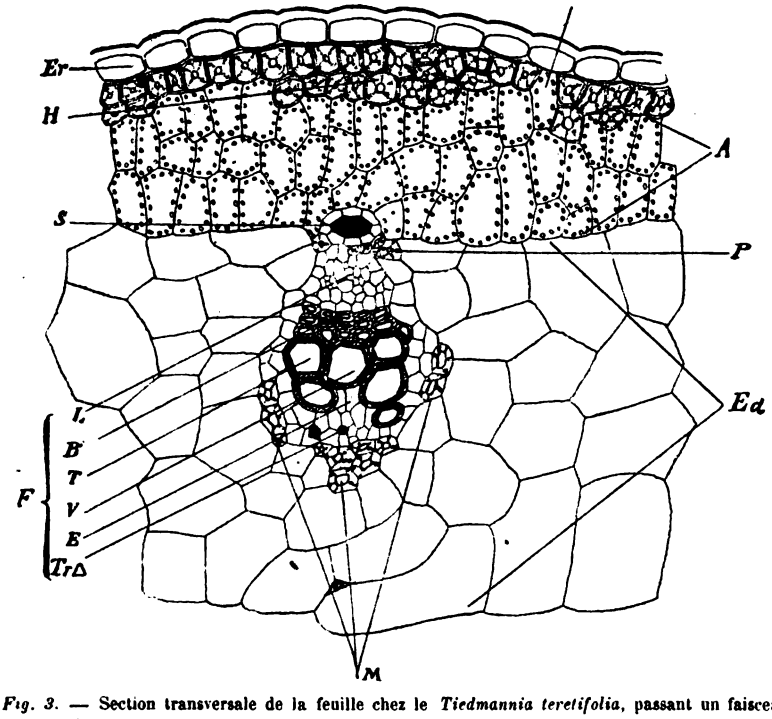



*Fig. 3.* — Section transversale de la feuille chez le *Tiedmannia teretifolia*, passant un faisceau principal. — *Er*, épiderme. — *H*, hypoderme fibreux. — *C*, cellule de communication entre l'épiderme et le chlorenchyme. — *A*, chlorenchyme. — *S*, canal sécréteur péricyclique. — *P*, stéréides péricycliques. — *F*, faisceaux comprenant : un liber *L*, une région ligneuse secondaire $B^2$, un gros vaisseau ponctué *V*, des trachées volumineuses *T*, une trachée initiale *TrΔ*, et un parenchyme endoxylaire *E*. — *M*, gaine scléreuse incomplète de l'endoxyle. — *Ed*, endothelium multiple. — Grossissement 116/1.

et même trois éléments. Il existe deux sortes d'interruptions dans la continuité de l'hypoderme. L'une est pour les canaux qui font communiquer les stomates avec leurs chambres respiratoires. L'autre sorte d'interruption met directement en contact le chlorenchyme avec l'épiderme.

Le chlorenchyme forme une bande épaisse qui sous-tend d'une façon

Digitized by Google

centrique l'hypoderme. Il comporte une épaisseur de 3-5 cellules. L'assise la plus externe possède des caractères plus ou moins palissadiques, les plus intérieures sont parenchymateuses et polyédriques. Toutes sont abondamment pourvues de chloroplastes.

Le chlorenchyme est brusquement limité vers l'intérieur par une épaisse couche de parenchyme incolore, à très gros éléments polyédriques, à parois minces et cellulosiques. Cette couche épaisse de 3-6 assises remplace l'*endothelium* unique des genres précédents et tapisse toute la cavité interne de la feuille.

Les faisceaux libéro-ligneux sont entièrement immergés dans l'*endothelium* multiple que nous venons de décrire; ils ne touchent au chlorenchyme que par leur région péricyclique. Comme dans les genres précédents, ils varient de calibre : deux gros faisceaux sont séparés par 1-3 plus petits. Le bois possède une structure très complexe. Il existe un endoxyle parenchymateux, à petits éléments, à parois minces et cellulosiques protégés du côté de la cavité par une gaîne habituellement incomplète, même à l'état adulte, d'éléments fortement sclérifiés et lignifiés. Outre les trachées initiales, chaque gros vaisseau possède trois à sept vaisseaux de fort calibre. Les plus iuternes sont spiralés; les autres, de section polygonale sont pourvus de ponctuations aréolées. Les vaisseaux sont souvent, au moins en partie, séparés par d'étroits ponts parenchymateux. Avec l'âge, le faisceau se pourvoit souvent aussi d'éléments sclérifiés et lignifiés, semblables à ceux de l'endoxyle sur les flancs. Le liber est semblable à celui des genres *Ottoa* et *Crantzia*. Quant au péricycle, il différencie régulièrement quelques-uns de ses éléments en stéréides qui séparent la région criblée des canaux péricycliques, dont il existe un en face de chaque faisceau.

Il n'existe pas de tissu neural, le chlorenchyme passe par dessus tous les faisceaux.

La cavité centrale de la feuille n'est point vide comme dans les genres *Ottoa* et *Crantzia*. Elle est pourvue d'un tissu étoilé lâche (fig. 4), et c'est par ce fait remarquable que le *Tiedmannia* rappelle les Monocotylédones. Les cellules ont de trois à huit bras cylindriques et légèrement élargis à l'extrémité. La surface de communication entre les bras est donc considérable; les échanges osmatiques sont facilités par l'existence de ponctuations circulaires dans les parois qui séparent deux bras adjacents. Le tissu étoilé se raccorde brusquement et pour ainsi dire sans transition avec l'*endothelium*. Les parois des cellules étoilées sont un peu plus épaisses que celles des éléments de l'*endothelium*. Ces parois

Digitized by Google

sont d'ailleurs plus ou moins lignifiées, tandis que celles de l'*endothelium* sont cellulosiques. Cependant les éléments étoilés attenant directement à l'*endothelium* conservent longtemps leurs parois cellulosiques.

Au diaphragme, les éléments étoilés font place à une plaque d'élé-

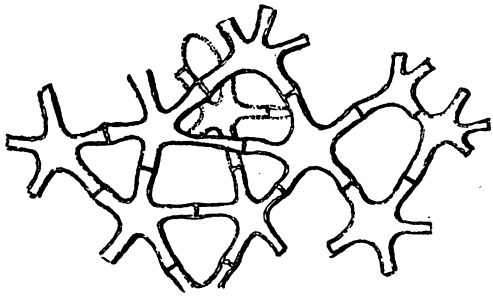


*Fig. 4.* — Cellules étoilées prises dans les chambres aérifères internes de la feuille chez le *Tiedmannia teretifolia*. — Grossissement 116/1.

ments plus ou moins globuleux, sclérifiés et lignifiés (fig. 5). Les épaisses parois sont parcourues par d'innombrables canalicules, en partie bifurqués. Ces éléments, tout en étant solidement reliés les uns avec les autres, laissent cependant entre eux de nombreux méats. Les diaphragmes sont

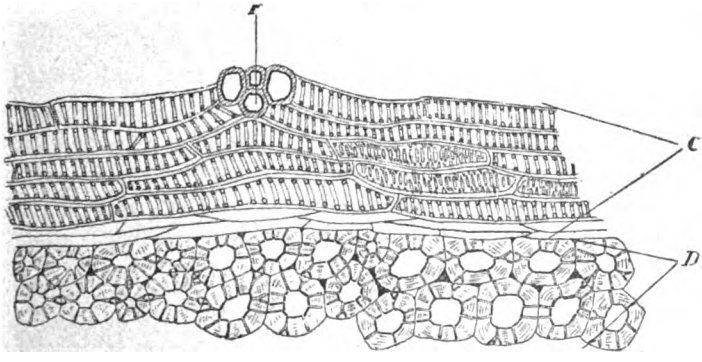



*Fig. 5.* — Organisation d'un diaphragme foliaire dans sa région marginale chez le *Tiedmannia teretifolia*. — *F*, région ligneuse d'un faisceau. — *C*, anastomoses reliant le faisceau avec ses voisins. — *D*, éléments scléreux du diaphragme. — Grossissement 116/1.

donc scléreux : ce qui n'empêche pas les faisceaux de s'anastomoser les uns avec les autres, mais sur les bords du diaphragme, en s'adossant à l'*endothelium*. Nous n'avons pas constaté d'anastomoses transversales directes dans le plancher du diaphragme.

Digitized by Google

Ce sont ces diaphragmes scléreux qui font faire saillie à l'articulation des feuilles desséchées : elles conservent leur forme tandis que les autres tissus cèdent beaucoup plus au collaps.

## § 5. Valeur morphologique des appendices septés des Dicotylédones.

Voici donc l'existence des feuilles septées bien établie chez les Dicotylédones. Mais quelle est la signification morphologique des singuliers organes que nous venons d'étudier ? Sont-ce des phyllodes ou des feuilles complètes ? Et si cette dernière hypothèse est la vraie, comment faut-il concevoir les rapports du cylindre creux des feuilles septées avec le limbe ?

La première de ces questions est peut-être moins facile à résoudre qu'il ne le semble au premier abord, parce que les transitions entre les appendices septés et les feuilles ordinaires des Ombellifères manquent. Cependant il existe quelques organisations qui nous permettent d'établir des comparaisons fructueuses.

Dans le genre *Œnanthe*, il existe plusieurs espèces (*O. fistulosa*, entre autres) chez lesquelles, le rachis fistuleux de la feuille est septé ou plus ou moins « plein » au point d'insertion des lobes. Si on suppose ceux-ci disparus, il restera un long appendice dont l'article inférieur correspondra au pétiole, tandis que les articles supérieurs équivaudront au limbe réduit au rachis. Malheureusement ce n'est là qu'un point de comparaison et les transitions manquent. Lorsque, comme dans diverses espèces du sud de l'Afrique que nous avons étudiées à l'Herbier Delessert (*Œ. Dregeana* et *Œ. filiformis*), les lobes latéraux disparaissent, la feuille se réduit au pétiole et peut directement se comparer au point de vue morphologique avec les rhabdophyllodes des *Rhyticarpus* étudiés dans un mémoire précédent. Mais ces rhabdophyllodes ne présentent aucune trace de septation.

Nous ne croyons pas que l'on puisse interpréter autrement les organes que nous venons d'étudier et, tout en reconnaissant que l'on ne peut en l'état de nos connaissances en donner une preuve absolue, nous admettons que les appendices septés des Dicotylédones sont formés d'une feuille complète, comprenant une gaîne, un pétiole uniarticulé et nn rachis septé.

Ces prémisses étant admises, nous tranchons du coup la deuxième question, celle de la constitution morphologique du limbe (rachis) septé.

Digitized by Google

A ne considérer que les genres *Ottoa* et *Crantzia*, on pourrait en effet se demander si l'endothelium n'est pas un épiderme et si le cylindre foliaire n'est pas dû à une concrescence bord à bord des marges foliaires : la cavité ainsi formée serait la cavité foliaire ? L'absence de stomates et de cuticule sur cet épiderme sont déjà une objection grave à cette interprétation. La présence des diaphragmes en devient une autre pour ainsi dire insurmontable. Enfin l'étude du *Tiedmannia* telle que nous l'avons faite montre bien que la feuille est devenue fistuleuse par destruction d'un tissu homologue de la moelle dans les tiges, tissu qui est conservé dans les éléments étoilés de cette espèce remarquable.

Il est singulier de constater que, sauf pour les *Crantzia*, les formes les plus voisines des genres offrant des feuilles cylindriques et septées ne présentent aucune forme foliaire permettant un rapprochement ou un point de comparaison. Les genres *Lefeburia*, *Ferula*, *Peucedanum* et *Heracleum*, rapprochés par Bentham des *Tiedmannia*, n'ont ni feuilles entières (sauf les plus jeunes), ni rhabdophyllodes. Il en est de même pour les genres *Anthriscus* et *Scandix*, rapprochés du genre *Ottoa*. On doit conclure de là que l'organisation à feuille septées est palingénique et comme telle possède une réelle importance systématique.

## § 6. Considérations physiologiques sur les feuilles septées.

Dans son intéressant mémoire sur les diaphragmes vasculaires des Monocotylédones, Duval-Jouve a très nettement caractérisé les fonctions de ces diaphragmes. Ce sont des appareils destinés à augmenter considérablement la solidité de construction de la feuille, sans toutefois nuire à la circulation de l'air dans celle-ci. Un excellent connaisseur des Joncacées, M. Buchenau, s'exprime dans les mêmes termes [1]. M. Haberlandt a en outre attiré l'attention sur la difficulté que l'eau éprouve à traverser les diaphragmes, de sorte que le cloisonnement de la feuille en cavités distinctes permet à la feuille de continuer à fonctionner partiellement en cas d'accident [2].

Les recherches que nous venons d'exposer sur les Décotylédones amènent aux mêmes résultats. Chez les *Crantzia*, la solidité des dia-

[1] Buchenau, *Monographia Juncacearum*, p. 37-39 (1890).
[2] Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie*, ed. 2, p. 383.

Digitized by Google

phragmes est à son minimum ; le parenchyme est très délicat. En revanche, les anastomoses entre les faisceaux consolident fortement la charpente de la feuille. C'est là un point sur lequel certainement il convient d'amender l'exposé de Duval-Jouve. Nous ne saurions admettre que les diaphragmes, dans les cas où ils sont aussi délicats, aient pour fonction de « fournir des points d'appui » aux faisceaux. C'est plutôt le contraire qui a lieu ! Dans le genre *Ottoa*, le diaphragme joue par lui-même, indépendamment des anastomoses libéro-ligneuses, un rôle plus important à cause de sa constitution collenchymateuse.

Les mêmes différences qui existent entre les diaphragmes des deux espèces, se retrouvent dans l'épiderme, les stomates et le tissu assimilateur. Tandis que le *Crantzia* se comporte comme une plante très aquatique à épiderme peu protecteur, à stomates exposés et à chlorenchyme peu différencié, l'*Ottoa* possède un caractère terrestre beaucoup plus accentué : ses stomates sont enfoncés dans des rainures, son épiderme a des parois externes épaisses et très cuticularisées, son chlorenchyme est palissadique.

Il n'est pas sans intérêt de constater que dans les deux exemples qui viennent d'être mentionnés, le tissu assimilateur se protège au contact de l'atmosphère interne de la feuille par un *endothelium* qui joue à son égard le rôle d'épiderme, tout en ayant une valeur morphologique médullaire !

Jusqu'ici, nos notions physiologiques sur les feuilles septées n'ont pas subi d'additions bien importantes, si ce n'est celle du caractère peu hygrophile de certaines particularités du genre *Ottoa*. Il en est autrement si on envisage le *Tiedmannia teretifolia*. Cette plante possède en fait de caractères dénotant une hygrophilie très nette : un limbe cylindrique fistuleux, à aération interne opérée au moyen de chambres superposées, pourvues de moelle lâche et étoilée, et séparées par des diaphragmes. Mais elle présente aussi des caractères de xérophilie prononcée. L'épiderme est soutenu par un hypoderme fibreux, dont les éléments sont soudés les uns aux autres par des lamelles mitoyennes pectiques et qui donne une grande solidité à l'organe, tout en diminuant la transpiration. L'épiderme fonctionne comme réservoir aquifère pour le chlorenchyme. A cet effet, l'hypoderme fibreux s'interrompt çà et là, une ou deux palissades s'insinuent entre les stéréides et se mettent en contact avec les cellules épidermiques. Le tissu assimilateur, très développé, ne reçoit les rayons lumineux qu'à travers l'écran formé par l'hypoderme fibreux. Du côté de la cavité centrale, le chlorenchyme est

Digitized by Google

séparé du contact direct avec l'atmosphère interne non plus par une couche de cellules, mais par un *endothelium* multiple. Enfin l'endoxyle délicat des faisceaux libéro-ligneux est protégé et soutenu par une gaîne scléreuse.

La réunion dans une même plante de ces caractères disparates étonnerait à bon droit, si elle ne trouvait son explication très simple dans le mode de vie du *Tiedmannia*. Sans doute, c'est une plante vivant dans la vase et dont la base au moins se trouve submergée : mais ce n'est le cas que pendant une période. En d'autres temps, elle se trouve exposée aux ardeurs du soleil subtropical de la Floride, l'eau qui la baignait disparaît, la vase se dessèche et son appareil végétatif est obligé de faire face à des conditions extrêmes, conditions temporaires mais par cela même peut-être plus difficiles à supporter. De là le développement considérable du système mécanique, les tissus protecteurs contre une transpiration et une insolation trop énergiques, la sclérification des diaphragmes. Il convient de remarquer que, malgré cette sclérification, le diaphragme est percé de méats. Les chambres sont relativement étanches, comme Haberlandt l'a indiqué chez les Monocotylédones. Ce fait, qui paraît au premier abord singulier, étant donné les méats, est dû moins à l'air contenu dans ceux-ci qu'à la résistance très considérable opposée par les colonnettes capillaires d'eau engagée dans ces méats contre toute pression venant du dehors.

L'étude du *Tiedmannia* fournit donc, au point de vue œcologique, une importante addition à nos connaissances sur les végétaux à feuilles septées, c'est celle d'une plante amphibie, remarquablement organisée pour vivre dans des conditions alternantes de grande humidité et de sécheresse.

---

Digitized by Google

IV

# Quelques notes d'herborisations dans le Tyrol méridional.

PAR

**John BRIQUET**

---

Nous réunissons ici quelques notes précises au cours de rapides herborisations destinées à faire connaissance avec la flore alpine des calcaires dans le Tyrol méridional et avec ses formations. Sans doute beaucoup des plantes que nous signalons ne sont pas nouvelles pour le district parcouru. Quelques-unes le sont cependant. Quant aux autres, elles pourront servir de documents utiles aux auteurs qui s'occupent de topographie floristique exacte.

Avant de passer à l'énumération de nos trouvailles, nous tenons à remercier cordialement notre excellent confrère M. Gelmi, de Trente, à l'obligeance duquel nous devons d'avoir pu herboriser avec quelque fruit dans sa dition. L'ordre suivi dans l'énumération systématique est celui du *Prospetto della Flora Trentina* (vol. in-8, Trento, 1893) de M. Gelmi. — Nous avons laissé de côté toutes les espèces qui nous ont paru trop répandues pour que leur mention puisse présenter quelque intérêt.

**Atragene alpina.** — Abondant en montant de San Martino di Castrozza au col de Rolle, vers 1800 m.

**Anemone vernalis** L. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Palla vers 2200 m.; col de Sella, rochers herbeux sur le versant de Canazei, vers 2000 m.

**A. baldensis** L. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, sur les rochers vers 2400 m.



Digitized by Google

**Ranunculus alpestris** L. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, rocailles au bord des neiges vers 2500 m.

**R. aconitifolius** L. var. **heterophyllus** Briq. *Flor. du Mt Soudine,* p. 14 (1893) = *R. heterophyllus* Lap. non Hoffm. nec Sm. — Prairies humides entre Predazzo et Paneveggio.

**R. platanifolius** L. — Clairières des forêts en montant de Paneveggio au col de Rolle. — Cette plante nous a paru présenter les mêmes caractères distinctifs, par rapport au *R. aconitifolius* que dans les Alpes occidentales. Voy. Briq. *Flor. du Mt Soudine*, p. 16.

**R. hybridus** Bir. — Abondant dans les fissures des rocailles entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2400 et 2500 m.

**R. Breyninus** Crantz var. **montanus** Briq. *Fl. du Mt Soudine,* p. 21 = *R. nivalis* Crantz (1769), non L. = *R. montanus* Willd. (1800). — Abondant au col de Rolle, au Monte Campedie sur Vigo, au col de Sella et au col Rodella.

Var. **gracilis** Briq., l. c. = *R. gracilis* Schl. (1815) = *R. montanus* var. *tenuifolius* DC. (1818) = *R. carinthiacus* Hoppe (1827) = *R. montanus* var. *gracilis* Greml. (1878). — Pelouses élevées entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2400 m.

**Papaver alpinum** L. — Rocailles le long du torrent entre Predazzo et Moëna dans la vallée de Fiemme; éboulis du col de Sella sur le versant de Sta-Maria. — La forme observée est celle signalée par M. Gelmi comme la plus répandue, à corolle d'un beau jaune et à feuilles velues.

**Arabis pumila** Jacq. — Rocailles au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, vers 2400 m.

**A. bellidifolia** L. — Rocailles au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, au bord d'un torrent vers 2400 m.; bords des torrents au-dessus du col de Rolle, vers 2200 m.

**A. cœrulea** L. — Rochers élevés entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2500 m.

**A. nova** Vill. (1779) = *A. saxatilis* All. (1785). — Rochers au-dessus de Predazzo.

**Cardamine alpina** L. — Rocailles au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, vers 2400 m.

**C. Impatiens** L. — Bois en montant de Paneveggio au col de Rolle.

**Draba frigida** Saut. — Rochers en montant du col Rodella vers les parois du Langkofel, vers 2500 m. — Nous n'avons pas observé le *D. tomentosa* Wahlb. qui a été indiqué dans cette localité.

Digitized by Google

**D. Johannis** Host. — Rochers entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2200 m.

**Thlaspi rotundifolium** L. — Éboulis entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2400 m.; éboulis en montant du col Rodella vers la paroi du Langkofel, vers 2500 m.

**Hutchinsia alpina** L, — Rocailles au col de Rolle, au Monte Campedie sur Vigo et au col Rodella.

**Polygala Chamæbuxus** L. var. **grandiflora** Gaud. (1829) = *P. Chamæbuxus* var. *rhodoptera* Ball. (1878); Chod. *Mon. Polyg.*, II, p. 113 (1893). — Bois en montant de Vigo au Monte Campedie.

**Alsine aretioides** Mert. et Koch. — Rochers en montant du col Rodella vers la paroi du Langkofel, vers 2500 m.

**Cerastium alpinum** L. — Gazons humides entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.; gazons au col de Rodella vers 2400 m.

**C. latifolium** L. — Éboulis entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2400 m.; en montant du col Rodella vers la paroi du Langkofel vers 2500 m.

**Trifolium cæspitosum** Reyn. — Rocailles entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.; au-dessus du Monte Campedie sur Vigo; col Rodella vers 2400 m.

**Astragalus australis** Lamck. — Rocailles au col Rodella, vers 2300 m.

**A. alpinus** L. — Abondant sur les rochers entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.; Monte Campedie sur Vigo, pelouses vers 2200 m.; col de Sella; col Rodella, jusque vers 2400 m.

**A. campestris** L. — Rochers au col Rodella, vers 2400 m.

**A. montana** L. — Rochers entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.; col de Rodella, vers 2400 m. Dans les gazons.

**Hedysarum obscurum** L. — Col de Sella, versant de S^a^ Maria vers 2200 m.

**Lathyrus luteus** Peterm. — Pâturages du Monte Campedie sur Vigo, vers 2000 m.

**Potentilla salisburgensis** Haenke (1788) = *P. villosa* Zimmett. (1884) non Pallas (1814!). — Rochers herbeux au col de Rolle, au col de Sella et au col de Rodella.

Var. **sabauda** Burn. et Briq. in Burn. *Fl. des Alpes-Marit.*, II, p. 265 = *P. sabauda* Vill. = *P. aurea* subsp. *firma* Gand. = *P. verna* Zimm. (Linn. p. min. p.). — Tiges plus dressées, souvent lavées de rouge, bien

Digitized by Google

moins velues. Feuilles plus épaisses, à folioles plus petites, relativement plus larges, moins incisées, celles situées sous les fleurs, généralement peu nombreuses, souvent très développées et assez fortement dentées. — Gazons du Monte Campedie sur Vigo, vers 2300 m.

**P. minima** Hall. fil. — Plaques de gazon en montant du col de Rodella vers le Langkofel, à 2400 m.

**P. nitida** Linn. — Rochers en montant du col de Rodella vers les parois du Langkofel, vers 2500 m.

**Sibbaldia procumbens** L. — Abondant sous les rochers entre le col de Rolle et le Cimone della Pala; au monte Campedie sur Vigo; au col de Sella; au col de Rodella.

**Alchemilla flabellata** Buser. — Pelouses au col de Rodella, vers 2400 m.

**Epilobium alsinefolium** Vill. = *E. origanifolium* Lamck. — Torrents entre Paneveggio et le col de Rolle; en montant de Vigo au monte Campedie; entre Canazzei et le col de Sella.

**E. alpinum** L. = *E. anagallidifolium* Lamck. — Ruisseaux sortant de la neige fondante entre le col de Rolle et le Cimone della Pala.

**Sedum atratum** L. — Col de Rolle; Monte Campedie sur Vigo; col de Sella; col de Rodella.

**S. alpestre** Vill. — Col de Rolle, versant de Paneveggio, vers 2300 m.

**Ribes petræum** Wulf. — Bois entre Paneveggio et le col de Rolle.

**Saxifraga crustata** Vest. — Rochers au-dessus de San Martino di Castrozza.

**S. cæsia** Linn. — Rochers au col de Rolle; au col de Sella; au col de Rodella jusque vers 2500 m. en montant contre la paroi du Langkofel.

**S. aspera** Linn. — Col de Rolle.

**S. bryoides** Linn. — Rochers au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, vers 2300 m.

**S. muscoides** Linn. — Rochers au col de Rolle; au monte Campedie sur Vigo; au col de Sella; au col de Rodella.

**S. exarata** Vill. — Entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, près d'un ruisseau.

**S. androsaca** Linn. — Gazons au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, vers 2200 m.

**Astrantia minor** L. — Col de Rolle; Monte Campedie sur Vigo; col de Sella.



Digitized by Google

**Bupleurum stellatum** L. — Gazons rocailleux et siliceux au Monte Campedie sur Vigo, vers 2200 m.

**Libanotis montana** Crantz. — Prairies en montant de Vigo au Monte Campedie: entre Paneveggio et le col de Rolle.

**Meum Mutellina** Gærtn. — Gazons au col de Rolle; au Monte Campedie sur Vigo; au col de Sella.

**Gaya simplex** Gaud. — Gazons au col de Rodella, vers 2400 m.

**Chærophyllum Villarsii** Koch. — Clairières des forêts en montant de Paneveggio au col de Rolle.

**Lonicera cœrulea** L. — Forêts entre Paneveggio et le col de Rolle.

**Galium boreale** L. — Bords d'un torrent entre Paneveggio et le col de Rolle.

**G. purpureum** L. — Rochers au-dessus de Predazzo dans la vallée de Fiemme.

**Valeriana montana** L. — Col de Sella.

**V. saxatilis** L. — Abondant sur les pelouses du Monte Campedie sur Vigo, entre 2000 et 2200 m.

**Scabiosa lucida** Vill. — Pentes rocailleuses en montant de Vigo au Monte Campedie.

**Aster alpinus** L. — Col de Rolle; Monte Campedie sur Vigo; col de Rodella.

**A. Amellus** Linn. var. **macranthus** Briq. *Le Mont Vuache,* p. 83 (1894). — Rochers arides au-dessus de Predazzo dans la vallée de Fassa.

Tige robuste et élevée, rameuse, assez velue. Feuilles largement lancéolées, entières, aiguës ou obtuses au sommet, et mesurant environ 4-5 × 1-1,5 cm. de surface. Capitules espacés le long de la tige, les supérieurs formant *une panicule lâche et feuillée*, relativement *très grands,* mesurant environ 3 cm. de diamètre, à écailles de l'involucre oblongues-obtuses, vertes, à extrémités souvent violettes, à fleurs du rayon d'un beau bleu foncé, longues de 1-1,5 cm. — La plante de Predazzo est très semblable à celle du Mt Vuache; nous n'avons pas vu la var. *gracilis* dans les vallées de Fiemme et de Fassa.

**Erigeron alpinus** Linn. var. **intermedius** Greml. — Pâturages au col de Sella.

**E. glabratus** Hoppe. — Pelouses au Monte Campedie sur Vigo.

**Gnaphalium norwegicum** Gun. — A la lisière supérieure des forêts au bord d'un torrent entre Paneveggio et le col de Rolle.

Digitized by Google

**G. Hoppeanum** Koch. — Rochers entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.

**G. Leontopodium** Scop. — Couvre littéralement le Monte Campedie sur Vigo de 1200 jusqu'à 2300 m.; abondant au col de Rodella sur le versant qui regarde Campitello, de 2300-2500 m.

**Artemisia Mutellina** Vill. — Rochers entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.

**A. spicata** Wulf. — Entre le col de Rodella et la paroi du Langkofel.

**Achillea Clavennæ** L. — Abondant au col de Rolle sur le versant de San Martino di Castrozza.

**Leucanthemum alpinum** Lamk. var. **Rollensis** Briq., var. nov. — Rocailles en montant de San Martino di Castrozza sur les hauteurs qui dominent le col de Rolle.

Cette singulière variété (ou simple forme?) atteint une hauteur de 16 cm. Les feuilles basilaires ont un rachis assez large, et des segments linéaires plus larges que dans le type; elles sont légèrement poilues. Les tiges couvertes de poils souvent entremêlés, sont *rameuses*, à capitules plus ou moins *longuement pédonculés*. Ecailles involucrales extérieures ± poilues. Capitules d'assez grand diamètre, à ligules largement oblongues, blanches, émarginées au sommet.

**Aronicum scorpioides** Koch. — Rocailles au col de Rolle; au col de Sella; au col de Rodella.

**A. Clusii** Koch. — Très haut dans les éboulis entre le col de Rodella et la paroi du Langkofel.

**Arnica montana** L. — Prairies au Monte Campedie sur Vigo.

**Senecio nebrodensis** L. — Bords d'un torrent au col de Rolle.

**S. carniolicus** Willd. — Rocailles au col de Rolle; col de Sella; col de Rodella.

**S. cordatus** Koch. — Bois humides entre Paneveggio et le col de Rolle.

**Cirsium Erisithales** L. — Prairies entre Bellamonte et Paneveggio.

**C. heterophyllum** All. — Prairies entre Bellamonte et Paneveggio.

× **C. Hausmanni** Reichb. f. = *C. Erisithales* × *heterophyllum!* — Prairies entre Bellamonte et Paneveggio, inter parentes.

**Carduus defloratus** L. var **crassifolius** Greml. = *C. crassifolius* Willd.; Gaud. *Fl. helv.*, III, p. 173 = *C. Summanus* Poll. = *C. Argemone* Schleich. non Lamck. — Rochers entre Bellamonte et Paneveggio.

Variété très remarquable par ses tiges luisantes, pourvues de sétules

Digitized by Google

éparses, à décurrences foliaires prononcées; ses feuilles oblongues-lancéolées, *épaisses, un peu coriaces, vertes en dessus, d'un vert de mer en dessous,* à nervilles un peu saillantes, glabres à part quelques rares sétules, *irrégulièrement incisées-dentées sur les bords, indivises,* à dents prolongées en épines fines. Capitules assez gros, à longs pédoncules blanchâtres, à écailles longuement atténuées, courbées ou ondulées et brièvement mucronulées au sommet.

**Saussurea alpina** DC. var. **nervosa** Briq., var. nov. — Rocailles en montant du col Rodella vers les parois du Langkofel, à 2400-2500 m.

Cette variété singulière rappelle beaucoup le *S. depressa* Gren., mais elle en diffère nettement par ses feuilles. — Plante haute de 9-12 cm. Feuilles lancéolées, longuement acuminées ou sommet, atténuées à la base, en un pétiole assez long, groupées dans la partie inférieure de la tige, à marges un peu enroulées en dessous, *d'un vert foncé et glabre en dessus, d'un vert plus pâle et presque glabre en dessous, légèrement araneo-laineuses vers les bords et sur la nervure médiane, dures, ± coriaces, nerveuses,* faiblement et irrégulièrement dentées sur les bords; les supérieures beaucoup plus courtes. Capitules agglomérés, à pédoncules très courts, aranéeux-laineux ainsi que la tige, à écailles involucrales extérieures ovées, courtes, peu velues, les intérieures oblongues-allongées, très velues.

**Centaurea nigrescens** Koch. — Prairies entre Paneveggio et Bellamonte.

**C. nervosa** Willd. — Pâturages au col de Sella.

**C. Scabiosa** Linn. var. **Gelmii** Briq. = *? C. Scabiosa* var. *integrifolia* Gaud. *Fl. helv.*, III, p. 404 = *C. Gelmii* Briq.? in sched. — Prairies entre Predazzo et Forno dans la vallée de Fiemme.

Cette plante est remarquable non seulement par ses feuilles indivises, mais encore par ses capitules beaucoup plus petits dans le type, à appendices des écailles involucrales plus foncés et près de deux fois plus courts que dans les formes ordinaires du *C. scabiosa.* Nous n'osons pas assimiler notre plante avec celle de Gaudin, parce que cet auteur ne dit rien des capitules. Le terme *integrifolia* ne peut d'ailleurs être conservé, les feuilles n'étant pas *entières* mais *indivises.* La var. *Gelmii* mériterait, selon nous, aussi bien d'être distinguée comme espèce que le *C. alpestris* Heg.! Nous la dédions à notre confrère M. Gelmi de Trente. En voici la description

Plante haute de 30-35 cm. Tige robuste, verte, glabre ou presque glabre, à entrenœuds allongés, bifurquée ou faiblement rameuse vers

Digitized by Google

le sommet. Feuilles basilaires oblongues ou oblongues-lancéolées, aiguës ou subobtuses au sommet, atténuées à la base en un pétiole glagrescent, long de 2-4 cm., à limbe mesurant de 8-12 × 2-4,5 cm. de surface, d'un vert de mer, parfois rougeâtre, couvertes sur les deux faces de poils courts et peu nombreux, *épaisses, un peu coriaces, indivises,* irrégulièrement et *faiblement crénelées-dentées* sur les bords; les supérieures plus étroites et plus courtes, d'abord un peu lyrées à la base et sous les capitules, faiblement pennatilobées ou pennatifides à la base. Capitules fleuris n'ayant guère que 3-3,5 cm. de diamètre, donc *relativement petits.* Ecailles de l'involucre, vertes, entourées d'une zone marginale brune, à appendices scarieux *foncés à la base, jaunâtres au sommet,* plus longs vers le haut de l'écaille que vers la base, *longs tout au plus de 1-1,5* mm. Corolles d'un beau rose violacé.

**Aposeris fœtida** Less. — Bois en montant de Paneveggio au col de Rolle.

**Leontodon Taraxaci** Lois. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala.

**Scorzonera aristata** Ram. — Pelouses au Monte Campedie sur Vigo, à env. 2000 m.

**Hypochæris uniflora.** — Pâturages au Monte Campedie sur Vigo; col de Rodella.

**Mulgedium alpinum** Cass. — Bois en montant de Paneveggio au col de Rolle.

**Crepis incarnata** Tausch. var. **Frœlichiana** = *C. Frœlichiana* DC. = *C. incarnata* var. *lutea* Haussm. — Pâturages au Monte Campedie sur Vigo, vers 2000 m.

**Crepis montana** Tausch. — Prairies subalpines au-dessus de Vigo.

**Hieracium**[1] **Hoppeanum** Schult. — Col de Sella, dans les pâturages vers 2000 m., versant de Canazei.

**H. sphærocephalum** Frœl. = *H. furcatum* Hoppe p. p. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, alt. 2400 m.; col de Sella, dans les pâturages vers 2000 m., versant de Canazei.

**H. glaciale** Reyn. — Pelouses alpines vers 2200 m., au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, vallée de Fassa; col de Sella, dans les pâturages vers 2000 m., versant de Canazei.

**H. Smithii** Arv.-Touv. (1873) = *H. niphobium* et *amaurocephalum*

[1] Nos récoltes de *Hieracium* ont été revues et annotées par M. Arvet-Touvet à Gières. Nous saisissons cette occasion pour lui adresser nos sincères remerciements.

Digitized by Google

Næg. et Pet. (1885). — Col de Sella, dans les pâturages vers 2000 m., versant de Canazei.

**H. aurantiacum** L. — A la limite supérieure des forêts entre Paneveggio et le col de Rolle, vers 1800 m.

**H. florentinum** All. = *H. pilosellоides* Vill. — Rochers entre Forno et Moena dans la vallée de Fiemme.

**H. glaucum** All. — Rochers au-dessus de Predazzo dans la vallée de Fiemme.

f. *angustifolia* Arv.-Touv. — Rochers entre Predazzo et Forno dans la valllée de Fiemme.

f. *subpilosa*, *angustifolia* Arv.-Touv. — Rochers ru-dessus de Predazzo dans la vallée de Fiemme.

**H. bupleuroides** Gmel. f. *subpilosa* Arv.-Touv. — Rochers entre Forno et Moena, rochers et murs à Moena dans la vallée de Fassa.

**H. calycinum** Arv.-Touv. f. *angustifolia* A.-T. — Pelouses dans la partie supérieure du Monte Campedie, sur Vigo, vers 1500 m.

**H. villosum** L. var. **elatum** Arv.-Touv. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, sur les rochers herbeux, vers 2300 m.

Var. **subglabrum** Arv.-Touv., var. nov. — Pelouses alpines au Monte Campedie sur Vigo, vers 2100 m.

Plante haute d'environ 25 cm., simple ou peu rameuse. Tige glabre et glaucescente ou parsemée de quelques rares poils dans le bas, pourvues vers le haut d'un indument blanchâtre subfarineux et court, mélangé de poils plus longs à base souvent noirâtre. Feuilles inférieures oblongues, glabres et d'un vert glauque, ciliées sur les bords, rarement pourvues de quelques rares poils sur la nervure médiane, les supérieures réduites faiblement velues. Calathides médiocres, à écailles lancéolées, assez longuement velues-blanchâtres.

**H. perpilosum** Arv.-Touv., sp. nov. = *H. pillosum* var. *pilosum* Arv.-Touv. *Hier. Alp. franç.*, p. 28. — Pelouses alpines vers 2400 m., au Monte Campedie sur Vigo. — M. Arvet-Touvet nous transmet sur cette plante les notes suivantes :

Submonocephalum, pilis niveis, sericeis, simpliciter denticulatis, undique amœne villosum ; folia lanceolata vel lineari-lanceolata, subintegerrima, caulinaria 3-5, sensim in bracteas decrescentia, basi nunquam dilatata nec subcordada sed attenuata ; involucrum subrotundum, squamis acuminatis, exterioribus ± laxis sed interioribus sub conformibus ; ligulæ elongatæ, pulchre luteæ, dentibus glabris. Achenia ?...

Presque toujours monocéphale, cette plante paraît tenir à la fois du

Digitized by Google

*H. villosum,* du *H. Pamphili,* du *H. piliferum* de nos Alpes, et du *H. mixtum* des Pyrénées. Elle paraît être assez exactement intermédiaire, mais non hybride, entre les *H. piliferum* et *villosum.*

On ne peut conserver le nom de *pilosum,* parce que l'identité de cette plante avec le *H. pilosum* Schl. n'est rien moins que certaine.

**H. scorzonerifolium** Vill. var. **glabratum** Arv.-Touv., f. *pilosa.* — Pelouses dans la partie supérieure du Monte Campedie. sur Vigo, 1500 m.

**H. piliferum** Hopp. — Pelouses du col de Sella, vers 2000 m., versant de Canazei ; gazons en plaques isolées au-dessus du col de Rodella vers 2400 m.

**H. leucochlorum** Arv.-Touv. — Très abondant dans les pâturages au col de Sella, vers 2000 m., versant de Canazei ; rochers herbeux au col Rodella, vers 2400 m., abondant.

Var. **brachiatum.** — Replats herbeux au col de Rodella, vers 2400 m., rare.

Tiges glabrescentes à la base, velues dans leur parties supérieures, profondément bifurquées. Feuilles basilaires souvent glabrescentes, fortement ciliées.

**H. amphigenum** Arv.-Touv. — Gazons en plaques isolées au-dessus du col Rodella, vers 2500 m., rare ; en compagnie des *H. piliferum* et *glanduliferum,* dont il est hybride.

**H. glanduliferum** Hut. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2400 m., sur les gazons courts ; pelouses alpines au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, vers 2200 m., dans les gazons courts.

Var. **canescens** Arv.-Touv. — Pelouses au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, vers 2300 m.

Cette variété diffère du type par ses feuilles plus larges, velues de longs poils blancs abondants, par ses tiges florifères couvertes de haut en bas de longs poils blancs, plus élevées, enfin par ses calathides velues-blanchâtres.

**H. glanduliferum** Hopp. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2400 m. ; pelouses gazonnées du col de Rodella, vers 2400 m.

f. *subvestita* A.-T. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2500 m. ; plaques gazonnées au-dessus du col Rodella, vers 2500 m.

Var. **vestitum** Arv.-Touv. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone

Digitized by Google

della Pala, vers 2500 m. ; col de Sella, dans les pâturages, vers 2000 m., versant de Sta Maria.

**H. neglectum** Arv.-Touv., sp. nov. — Très abondant en plusieurs endroits au col de Sella, dans les pâturages de 1900 à 2100 m., sur le versant de Canazei, où il forme de grandes colonies.

Phyllopode. Tige mono-polycéphale, lâchement velue, surtout dans les parties supérieures. Feuilles basilaires nombreuses, assez molles, obovées, d'un vert foncé, à marges subentières ou irrégulièrement dentées, atténuées en un long pétiole cilié, poilues sur les deux faces ; les raméales réduites, sessiles ou subsessiles. Pédoncules couverts d'un tomentum étoilé dense, mélangé de poils plus longs, simples, souvent noirâtres à la base. Péricline largement arrondi, court, à écailles allongées, étroites, atténuées-obtuses ou subobtuses, noirâtres, assez abondamment pourvues de poils blancs, surtout vers la base, mélangés de glandes. Ligules à dents glabres ou à peine ciliolées. Styles plus ou moins jaunâtres, d'un brun jaunâtre après dessication.

M. Arvet-Touvet nous communique, au sujet de cette plante, l'observation suivante : « Diffère du *R. rhæticum* Fr., dont il a le port, par sa pilosité plus abondante sur les feuilles et sur la tige, ainsi que le tomentum étoilé sur les pédoncules ; par ses feuilles entières ou peu dentées et incisées ou subpinnatifides à la base ; par son péricline plus arrondi et plus court, à écailles atténués-obtuses et non atténuées-subulées ; par ses styles ± jaunâtres et non noirâtres, etc.

**H. alpinum** L. — Col de Sella, dans les pâturages, vers 2000 m., versant de Canazei ; cimes entre le col de Rolle et la Cimone della Pala, vers 2400 m.

f. *macrocephala* A.-T. — Lieux herbeux et abrités sur la crête du col de Sella, vers 2200 m.

**H. cochleare** Hut. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2400 m., pelouses.

**H. Berardianum** Arv.-Touv. — Très abondant sur tous les rochers au-dessus de Predazzo, dans la vallée de Fiemme ; rochers entre Paneveggio et Bellamonte en montant au col de Rolle (versant nord).

M. Arvet-Touvet rappelle en note, à propos de nos nombreux échantillons que « l'*H. Berardianum* a les achènes d'un jaune roussâtre à la maturité, comme dans l'*H. pseudo-Cerinthe* et non noirâtres comme dans l'*H. amplexicaule* et par tous ses caractères semble tenir le milieu entre ces deux plantes, dont il n'est certainement pas hybride ! » L'*H. Berardianum* comprend certainement une grande partie du *H. amplexicaule* des auteurs tyroliens.

Digitized by Google

**H. cirritum** Arv.-Touv. var. **canescens** Arv.-Touv. *Hier. Alp. franç.*, p. 76, *forma* = *H. tenellum* Hut. et Ausserd. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, sur les rochers, vers 2300 m.

**H. incisum** Hopp. = *H. subincisum* Arv.-Touv., p. p. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, sur les rochers herbeux, vers 2300 m.

**H. Paicheanum** Arv.-Touv., sp. nov. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, sur les rochers herbeux vers 2300 m., avec les *H. incisum, cæsium* et *villosum*; assez abondant.

Plante élancée, phyllopode. Tige un peu scapiforme, polycépale, habituellement pourvue d'une seule feuille raméale, glabrescente et d'un vert olivâtre vers le bas, parsemée seulement de quelques longs poils simples; vers le haut ces poils deviennent plus nombreux et sont accompagnés d'un court indument étoilé blanc ainsi que de quelques petites glandes. Feuilles d'un vert gai en dessus, d'un vert pâle en dessous, glabres ou presque glabres entre les nervures, pourvues de quelques poils sur la nervure médiane en dessus, à poils plus nombreux sur la nervure médiane en dessous ainsi que sur les marges, les primordiales extérieures obovées-elliptiques, les intérieures longuement obovées-lancéolées, allongées; limbe le plus souvent irrégulièrement denté, à dents souvent cuspidées, atténué en un pétiole velu plus court que le limbe au moins dans les feuilles intérieures; feuilles raméales elliptiques-lancéolées, sessiles, à marges très velues surtout vers la base. Pédoncule à indument étoilé blanc abondant mélangé avec quelques glandes et de longs poils simples. Calathide hémisphérique, à écailles allongées, atténuées-aiguës, couvert de poils étoilés courtes; de petites glandes et de poils simples allongés, d'apparence grisâtre. Ligules à dents glabres. Styles brunâtres ou d'un jaune livide. — M. Arvet-Touvet nous communique sur cette plante les renseignements suivants :

« Voisin du *H. Murrianum* A.-T. dont il diffère surtout par sa taille généralement plus élevée, par sa tige plus dure, plus ferme et plus glabrescente, plus ramifiée et plus scapiforme à la façon de l'*H. hypochærideum* et des espèces de la sect. *Cerinthoidea* groupe *Olivacea*, dont il a la teinte ± verte-olivâtre et la tige violacée dans le bas; par son péricline moins poilu ainsi que toute la plante, enfin par ses feuilles ordinairement plus dentées, à dents parfois cuspidées, etc. » — Se retrouve identique sur les rochers siliceux au pied du mont Giétroz (Alpes de Bagnes, alt. 2000 m.), où il a été découvert par M. Paiche de Genève en juillet 1889 ».

Digitized by Google

**H. cæsium** Fr., f. *scaposa* A.-T. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, sur les rochers herbeux vers 2300 m.

**H. lineatum** Arv.-Touv. — Pentes gazonnées du col de Rodella, vers 2400 m. (très abondant); pelouses alpines vers 2400 m., au-dessus du Monte Campedie sur Vigo (en immense quantité).

Var. **subcæsioides** Arv.-Touv. — Rochers au-dessus de Predazzo, rochers et rocailles entre Forno et Moena, partie inférieure du Monte Campedie sur Vigo, vallée de Fassa.

**H. Gelmianum** Briq. = *H. nivale* Gelmi *Prosp.*, p. 106 non Frœl. (ann. 1838). — La plante décrite par M. Gelmi doit changer de nom parce que le terme *nivale* a été employé par plusieurs auteurs pour des plantes différentes. Elle paraît voisine du *H. lineatum* d'après la description, mais s'en distingue par plusieurs caractères saillants, entre autres par les écailles involucrales etroites et acuminées.

**H. arvernense** Arv.-Touv. in Lamotte *Prodr. fl. pl. centr.*, 2, p. 483. — Dans les bois aux environs de San Martino di Castrozza, particulièrement du côté du col de Rolle, assez abondant. — M. Arvet-Touvet nous écrit au sujet de cette rare espèce : « Cette plante a quelques rapports par ses feuilles veinées avec l'*H. venosum* L. de l'Amérique du Nord. Les échantillons d'Auvergne et les vôtres sont très conformes. Elle a été trouvée également dans l'Aveyron, sur la montagne d'Aubrac, etc. ».

**H. murorum** L. var. **subatratum** Arv.-Touv. — Col de Sella dans les pâturages vers 2000 m., versant de S^ta^-Maria.

**H. vulgatum** Fries, *formæ*. — Abondant sous diverses formes dans les forêts entre Paneveggio et Bellamonte entre San Martino di Castrozza et Predazzo.

**Phyteuma pauciflorum** Linn. — Pelouses au col de Rodella, versant de Canazei.

**P. hemisphæricum** Linn. — Pelouses au Monte Campedie sur Vigo; col de Rolle.

**P. spicatum** Linn. — Bois en montant de Paneveggio au col de Rolle.

**Campanula Scheuchzeri** Vill. — Entre San Martino di Castrozza et le col de Rolle, dans les prés.

**C. Cervicaria** Linn. — Abondant sur les rochers entre Bellamonte et Paneveggio.

**C. barbata** Linn. — Pâturages au col de Rolle; Monte Campedie sur Vigo.

Digitized by Google

**Erica carnea** L. — Col de Rolle.

**Azalea procumbens** L. — Pelouses siliceuses au-dessus du Monte Campedie sur Vigo.

**Rhododendron hirsutum** L. var. **microphyllum** Briq., var. nov. — Taillis subalpins calcaires en montant de Vigo au Monte Campedie vers 1700 m., en compagnie de la var. *genuina*.

Arbrisseau nain, trapu. Feuilles *deux fois plus petites que dans le type*, elliptiques, assez longuement et régulièrement ciliées, mesurant env. 1 × 0,6 cm. de surface. Fleurs *plus petites que dans la var. genuinum*, longues de env. 1,5 cm., à corolles *d'un rouge intense*, formant de *petites grappes serrées*. — Cette variété est assez saillante pour attirer de suite l'attention lorsqu'elle vient en petites colonies avec le type; elle a été mentionnée en passant par Haussmann (voy. *Fl. von Tyrol*, II, p. 571).

**Pyrola rotundifolia** L. — Bois entre Paneveggio et le col de Rolle.

**P. uniflora** L. — Clairières des bois entre Paneveggio et le col de Rolle.

**Gentiana bavarica** L. — Pelouses humides au Monte Campedie sur Vigo; cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala.

**G. brachyphylla** Vill. — Gazons des cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala; en montant du col de Rodella vers la paroi du Langkofel.

**G. nivalis** L. — Pelouses au Monte Campedie sur Vigo.

**Pæderota Bonarota** L. — Rochers entre le col de Rodella et les parois du Langkofel.

**Veronica bellidioides** Linn. — Col de Rodella.

**V. aphylla** L. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala; Monte Campedie sur Vigo; col de Sella; col de Rodella.

**V. alpina** L. — Col de Rodella.

**V. saxatilis** L. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala.

**Pedicularis Jacquini** Koch. — Monte Campedie sur Vigo; col de Rodella.

**P. elongata** Kern. — Monte Campedie sur Vigo; col de Rodella, versant de Canazei. — Cette plante pourrait bien être une simple race du *P. tuberosa* L. Nous ne pouvons que nous associer aux doutes énoncés par M. Gelmi (*Prospetto*, p. 126) sur la valeur des caractères tirés de la forme du cinquième lobe calicinal.

× **P. erubescens** Kern. = *P. elongata* × *Jacquini!* — Deux ou trois

Digitized by Google

pieds isolés au milieu de milliers d'échantillons des deux parents au Monte Campedie sur Vigo, entre 2000 et 2200 m.

Cet hybride tient exactement le milieu entre les deux parents. Les inflorescences ont un aspect bigarré. La lèvre inférieure est d'un rose très pâle. Le rostre est d'un jaune pâle dans sa plus grande partie, puis coloré en rose vif au sommet. — C'est la seconde localité du Tyrol méridional pour cette rare formation. M. Gelmi l'indique en effet (l. c., p. 125) non loin de là dans la vallée de Fassa au-dessus de Campitello.

**Salvia verticillata** L. — Talus à Predazzo dans la vallée de Fiemme.

**Horminum pyrenaicum** L. — Col de Rolle; montagnes sur Predazzo, Campitello, Vigo, Canazei; col de Sella, etc.

**Galeopsis pubescens** L. var. **genuina** Briq. — Talus à Predazzo dans la vallée de Fiemme.

**G. speciosa** Mill. var. **speciosa** Briq. — Bois au-dessus de Predazzo dans la vallée de Fiemme.

**Stachys Alopecuros** Benth. var. **Jacquini** Briq. — Bois autour de San Martino, Paneveggio, Predazzo, Vigo, Canazei, etc.

**S. densiflora** Benth. = *Betonica hirsuta* L. — Pâturages du Monte Campedie sur Vigo, vers 2000 m.

**Ajuga pyramidalis** L. — Pâturages du Monte Campedie sur Vigo; col de Sella, vers 2000 m.

**Primula minima** Linn. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala; col de Rodella, vers 2300 m.

**P. tyrolensis** Schott. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.

**Androsace helvetica** Gaud. — Fissures de rochers en se dirigeant du col de Rodella vers la paroi du Langkofel, à env. 2400-2500 m.

**A. obtusifolia** L. — Col de Rodella.

**Armeria alpina** L. — Col de Rodella et col de Sella.

**Oxyria digyna** Camb. — Graviers au Monte Campedie sur Vigo.

**Salix cæsia** Vill. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.

**S. hastata** L. — En montant de Canazei au col de Sella.

**S. Myrsinites** L. — Pelouses au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, vers 2300 m.

**S. retusa** L. — Col de Rolle; Monte Campedie sur Vigo; col de Sella; col de Rodella.

**S. reticulata** L. — Mêmes localités.

**S. herbacea** L. — Rochers en montant du col de Rodella vers la paroi du Langkofel, à env. 2400 m.

Digitized by Google

**Chamæorchis alpina** L. — Pelouses du Monte Campedie sur Vigo.

**Gagea Liottardi** Schultes. — Pelouses au-dessus du Monte Campedie sur Vigo.

**Streptopus amplexifolius** DC. — Bois entre Paneveggio et le col de Rolle.

**Luzula spicata** DC. — Col de Rodella, vers 2300 m.

**Scirpus pauciflorus** Lightf. — Prés marécageux à Predazzo dans la vallée de Fiemme.

**Carex rupestris** All. — Torrents au-dessus du Monte Campedie sur Vigo, vers 2300 m.

**C. curvula** All. — Col de Rodella, en se dirigeant vers la paroi du Langkofel.

**C. nigra** All. — Col de Rodella.

**C. atrata** Linn. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.

**C. frigida** All. — Pelouses humides au Monte Campedie sur Vigo.

**C. sempervirens** Vill. — Même localité.

**C. firma** Host. — Même localité.

**C. ferruginea** Scop. — Même localité; col de Rolle.

**Agrostis alpina** Scop. — Cimes entre le col de Rolle et le Cimone della Pala, vers 2300 m.

**A. rupestris** All. — Rochers au col de Rodella, vers 2400 m.

**Sesleria sphærocephala** Ard. — Pelouses au Monte Campedie sur Vigo; col de Rodella.

**Avena distichophylla** Vill. — Pelouses au Monte Campedie sur Vigo.

**Poa minor** Gaud. — Col de Rodella.

**Festuca Halleri** All. — Col de Rodella.

---

Digitized by Google

V

# Remarques sur quelques feuilles composées monstrueuses.

PAR

Georges HOCHREUTINER

---

Nous voudrions attirer l'attention sur un certain nombre de feuilles de *Trifolium repens* L. présentant des anomalies morphologiques curieuses. Ces feuilles, au nombre de vingt-deux, ont été trouvées en même temps dans une petite prairie près de Genève.

Nous ajouterons quelques considérations sur une feuille monstrueuse de *Potentilla atrosanguinea*, trouvée par M. C. de Candolle, qui a bien voulu nous la communiquer (v. fig. 4).

En ce qui concerne les feuilles de *Trifolium repens* L., dix-neuf d'entre elles ont leur foliole médiane transformée en ascidie.

Sur ces dix-neuf, trois ont la foliole latérale gauche dédoublée toute ou en partie, chez trois autres le dédoublement atteint la foliole droite et dans un cas seulement les deux folioles latérales sont entièrement divisées. Chez deux autres encore on peut observer un organe foliacé à la base de l'ascidie. Des trois feuilles restantes, l'une présente quatre folioles, dont deux sont des ascidies, la seconde possède une foliole qui porte un second limbe à son extrémité [1], et la troisième est pourvue de quatre folioles, dont l'une est insérée exactement entre les deux folioles latérales.

La feuille de *Potentilla atrosanguinea* est aussi trifoliolée : la foliole médiane présente à la base un appendice foliacé et au sommet elle consiste en une ascidie portée par un long pédoncule.

La plupart de ces monstruosités ont été déjà signalées chez la même

[1] Penzig, *Pflanzenteratologie*. Genua, 1890, I vol., p. 387.



Digitized by Google

espèce ou chez d'autres. L'ouvrage si complet de M. Penzig permet de s'en convaincre rapidement; pourtant on n'a pas tenu compte, ni des appendices foliacés à la base des ascidies, ni de l'anatomie d'aucun de ces cas tératologiques.

Chez *Trifolium repens* L. comme chez *Trifolium pratense* L., les ascidies sont fréquentes [1]. Dans les cas qui nous occupent on est frappé de voir que c'est toujours la foliole médiane qui est transformée. Dans la feuille susmentionnée qui porte deux ascidies, l'une de ces dernières correspond à la foliole médiane et l'autre à une foliole sur-

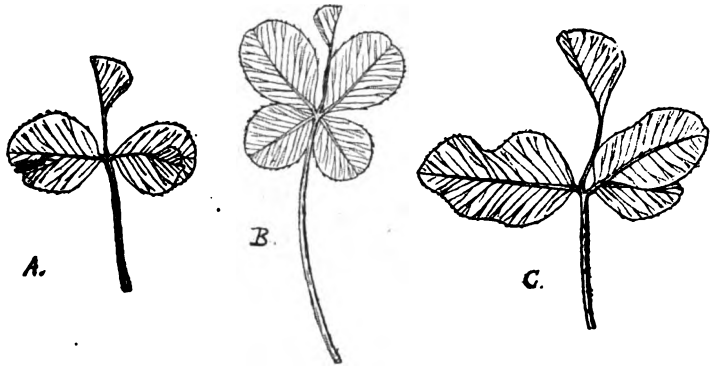



*Fig. 1.* — Feuilles anormales de *Trifolium repens* présentant une chorise plus ou moins avancée des folioles latérales.

numéraire résultant de la chorise d'une foliole latérale; on peut s'en convaincre par la distribution des faisceaux.

Le fait d'une foliole médiane ascidienne est si général qu'on pourrait en conclure que cette formation est due à une pression mécanique opérée par les folioles latérales sur la foliole médiane dont les bords se sont soudés. L'anatomie ne corrobore pas cette opinion. Pourtant dans la vernation la foliole médiane est située entre les folioles latérales qui sont à l'extérieur et ont un excédent de place pour leur développement. Cette explication spécieuse paraît d'autant plus vraisemblable que, selon Vuillemin [2], ce sont toujours les folioles latérales qui peuvent se dédoubler en cas de chorise. On a pu voir que nos observations

[1] Penzig, l. c., p. 386-387.

[2] Vuillemin, Subordination des caractères de la feuille dans le Phylum des Anthyllis. Nancy, 1802, p. 116-118 (Extr. du *Bulletin de la Soc. des sciences de Nancy*).

Digitized by Google

semblent corroborer cette opinion. En effet, dans plusieurs cas la division des folioles latérales n'est pas complète; on peut observer tous les passages depuis la foliole gauche de la fig. 1, A., où l'on distingue une des nervures latérales dont les ramifications sont pennées au lieu d'être dichotomes, — faible indication d'une chorise avortée, — jusqu'à la feuille représentée dans la fig. 1, B., où les deux folioles latérales sont divisées à fond et où les quatre organes qui en résultent sont tous pourvus de pétiolules distincts. Ailleurs la division atteint la moitié du limbe (v. fig. 1, C), ailleurs encore, la foliole tout entière, à l'exclusion du renflement moteur ; on voit alors deux folioles portées par un seul pétiolule.

Comme on vient de le voir, dans la grande majorité des cas, la division se fait suivant un plan perpendiculaire à la foliole et c'est à ce

*Fig. 2.* — Feuille anormale de *Trifolium repens*. Une foliole surnuméraire est insérée exactement du milieu des trois autres au sommet et à la partie supérieure du pétiole.

phénomène qu'il faut attribuer la multiplication des folioles du fameux « trèfle à quatre, » le porte-bonheur des âmes candides.

Mais il est des feuilles, beaucoup plus rares probablement, où la division paraît devoir être interprétée d'une autre façon; tel est le cas de celle que représente la fig. 2. Nous avons pensé pouvoir la rapprocher d'un exemple cité par Vuillemin [1] chez une feuille de *Trifolium Lupinaster*. Il a observé deux folioles soudées par leur nervure médiane, de laquelle se détachaient les quatre demi-limbes comme les feuillets d'un livre. L'auteur y voit une soudure dénotant un retour au type trifolié, la plupart des feuilles du *Tr. Lupinaster* étant pourvues de cinq folioles. Mais inversément on peut considérer ce dernier fait

[1] Vuillemin, l. c., p. 116.

Digitized by Google

comme une chorise incomplète [1] et la feuille que nous avons figurée se trouve du même coup interprétée comme une chorise plus avancée de la foliole latérale. Cette dernière se serait divisée suivant un plan parallèle à son limbe. et aurait ainsi produit cette foliole supplémentaire dont l'insertion au milieu des trois autres est au moins curieuse.

Tout dernièrement encore, nous avons trouvé une feuille de trèfle (probablement de *Trifolium hybridum* L.) qui présente une anomalie inverse. Une des folioles latérales est soudée avec la foliole médiane. Il est certain que c'est une soudure, car normalement le trèfle a trois folioles et il n'y en avait que deux, dont l'une avait la nervure médiane bifurquée depuis la moitié de sa longueur. On pouvait observer en outre que le limbe était continu et présentait seulement un léger sinus au sommet, alors que dans les cas de chorise on voit une profonde échancrure qui se prolonge jusqu'à l'endroit où se séparent les nervures médianes. Ce fait paraît assez naturel si nous admettons que soudures et chorises sont dues à des phénomènes mécaniques, les premières à des pressions, les secondes à un excédant de place dans le bourgeon. En effet, dans le premier cas, le limbe diminue sa surface et dans le second il l'augmente, d'abord par un simple repli (v. fig. 1, A), ensuite par une réduplication plus ou moins profonde (v. fig. 1, C).

Examinons maintenant les feuilles de la fig. 3 (A-D) et de la fig. 4. Elles sont intéressantes en ce sens que l'appareil foliacé qu'elles portent à la base de la foliole médiane peut être interprété comme des stipelles. Il est vrai qu'il est formé de deux moitiés symétriques, alors que les stipelles sont ordinairement simples; mais comme il se trouve à la base de la foliole impaire, il est assimilable aux stipelles des Papilionacées imparipennées.

Au reste il y a même le genre *Mecopus* qui possède deux stipelles.

Néanmoins nous pensons que l'on ne doit pas homologuer ces formations à des stipelles, et cela pour plusieurs raisons.

Tout d'abord ces organes sont placés au-dessus du pétiolule et non à la base de ce dernier, comme c'est le cas pour tous les stipelles; fait déjà cité par M. Alph. de Candolle dans une note inédite que M. C. de Candolle a bien voulu nous communiquer, pour quoi nous le remercions vivement.

[1] Il est bien difficile de décider si l'on a à faire à une soudure ou à une chorise, l'observation pure et simple ne donnant pas d'indication à ce sujet.



Digitized by Google

Or cette règle ne présente à notre connaissance qu'une seule exception et encore le cas est-il tout à fait spécial. Certaines *Alchornea*, en particulier *Alchornea mollis* Muller Aarg. (Fam. des Euphorbiacées) possèdent deux appareils foliacés analogues à des stipelles à la base du limbe de leur feuille. Cette feuille est simple et il n'est pas question de pétiolules, les stipelles ne peuvent donc se trouver à leur base.

Une seconde raison semble encore plaider en défaveur de l'analogie des parties foliacées placées à la base des ascidies, avec des stipelles : c'est le fait que l'on ne rencontre jamais de stipelles chez les *Trifoliées*,

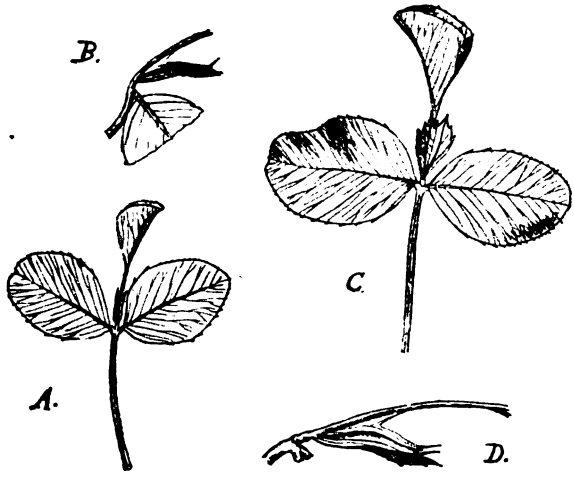



*Fig. 3.* — Deux feuilles monstrueuses de *Trifolium repens*. — *A*, feuille présentant ude foliole médiane ascidienne pourvue à sa base d'un petit appareil foliacé. — *B*, le même vu de profil et un peu grossi. — *C*, feuille présentant la même anomalie, l'appareil foliacé est un peu plus développé. — *D*, pseudo-stipelle de la feuille *C* vu de profil et grossi.

elles manquent aussi aux *Viciées* et aux *Genistées*. Par conséquent si Vuillemin a établi exactement les rapports de parenté entre ces différentes tribus et les *Hédysarées, Phaseolées, Galegées,* etc., il n'est pas d'atavisme possible qui puisse faire réapparaître les stipelles chez les *Trifolium*, puisque leurs ancêtres supposés n'en ont jamais été pourvus. M. Alph. de Candolle, dans le manuscrit mentionné précédemment, généralise même l'observation de l'absence des stipelles chez les feuilles palmées et l'étend à toutes les familles. Si cette opinion est justifiée, ce serait une raison de plus pour croire que, même chez des groupes autres que les Papilionacées, chez notre *Potentilla atrosanguinea* par exemple, les appareils foliacés se trouvant parfois vers la partie inférieure de folioles ascidiennes, ne doivent pas être homologués à des stipelles.

Digitized by Google

En dernier lieu, observons que la course des faisceaux dans les stipelles et dans les appendices des feuilles monstrueuses que nous avons mentionnées, présente des différences considérables. Les stipelles sont innervés par un faisceau absolument indépendant de celui ou de ceux des folioles, lequel faisceau se prolonge longtemps sans se rattacher à celui du rachis. L'*Amorpha herbacea* montre cette disposition d'une façon très nette. Au contraire, dans ces feuilles anormales nous voyons le pétiolule se détacher du pétiole et présenter la structure nor-

*Fig. 4.* — Feuille monstrueuse de *Potentilla atrosanguinea.*

male de la foliole: un seul faisceau[1] en demi-cercle entouré par du collenchyme. Au-dessus du renflement moteur seulement nous voyons les faisceaux par paires s'éloigner latéralement des deux extrémités du faisceau pétiolulaire et aller innerver l'organe en litige.

La disposition rappelle donc de point en point celle d'une foliole normale; aussi pensons-nous devoir interpréter cet organe comme une foliole plus ou moins atrophiée qui porte à la partie dorsale un prolongement de son rachis soutenant une ascidie.

L'anatomie des ascidies de *Trifolium* présente des particularités curieuses que nous voudrions signaler brièvement.

[1] Ce faisceau naturellement est formé lui-même de la fusion de deux faisceaux foliaires.

Digitized by Google

Tous les exemplaires que nous avons examinés ont une structure normale du renflement moteur, un faisceau en demi-cercle; mais au-dessus, dans le pétiolule qui porte la petite urne, des coupes en série montrent les phénomènes suivants. D'abord le faisceau se referme peu à peu et devient absolument concentrique; puis au niveau où commence l'ascidie, on le voit se scindant en deux selon un plan qui serait parallèle au limbe de la foliole si cette dernière était normalement développée.

Sur les bords de ces deux demi-cercles se détachent les faisceaux qui innerveront l'urne. Cette course des faisceaux si curieuse rappelle un peu celle que l'on observe chez les phyllodes des *Acacia*. Néanmoins, nous ne saurions voir là une analogie; le phyllode correspondant au pétiole élargi de la feuille, alors que ces pétiolules d'ascidies correspondent morphologiquement au rachis d'une foliole.

Mais on connaît des rachis de feuille qui prennent aussi l'apparence de phyllodes. M. Briquet [1] en cite des exemples dans son travail sur les *Rhyticarpus*.

Lindley et Moquin-Tandon [2], et dans certains cas A.-P. de Candolle [3], ont admis que les ascidies était formées par la nervure longitudinale de la feuille. Saint-Hilaire [4] voit dans l'urne du *Sarracenia* la partie supérieure du pétiole ailé dont les bords se sont soudés. Baillon [5] assimile cet organe à une feuille peltée. Morren a prétendu mettre à néant de telles théories et à plusieurs reprises il a présenté un réquisitoire en faveur de son idée, mais il ne se base guère que sur des analogies [6]. Il pense que la formation des ascidies normales ou anormales est un fait procédant, dans le plus grand nombre de cas, de la soudure des bords du limbe [7].

C'est ce qui a été généralement admis [8], mais à tort peut-être.

Après examen de nombreuses ascidies tératologiques, nous pensons

[1] Briquet, Examen critique de la théorie phyllodique des feuilles entières chez les Ombellifères terrestres (v. plus haut, p. 428 (239).

[2] Moquin-Tandon, *Eléments de tératologie végétale*. Paris, 1841, p. 174-177. « Déformations cupulées ».

[3] A.-P. de Candolle, *Théorie élémentaire de la botanique*. Paris, 1844, p. 314.

[4] A. de Saint-Hilaire, *Morphologie végétale*. Paris, 1840, p. 141-142.

[5] Baillon, Adansonia. IX, p. 333.

[6] Morren, Morphol. des ascidies. *Annales des sciences nat.*, vol. 11, p. 128, et Clusia, p. 154.

[7] Morren, Clusia, p. 144.

[8] Gœbel, Jugendzustände der Pflanzen. *Flora*. 1889, p. 39.

Digitized by Google

qu'en ce qui les concerne, il faut revenir à la théorie de Lindley et surtout de Moquin-Tandon qui parle de déformations cupulées.

Quant aux ascidies normales, il serait à désirer qu'on en fît l'étude anatomique à ce point de vue.

Nous proposons donc l'interprétation suivante :

Le pétiolule de l'ascidie correspond au rachis de la foliole. Ce rachis prend une structure spéciale, puis s'élargit brusquement en forme d'entonnoir plus ou moins grand, et plus ou moins évasé, lequel dépend ainsi *lui-même* du rachis.

Quant aux appendices foliacés qui peuvent se trouver à la base, ils constituent, — lorsqu'ils existent, — les rudiments de la foliole avortée.

En effet, nous avons vu précédemment que, dans ces organes, la course des faisceaux est absolument identique à celle d'une foliole normale; mais si l'on établit plus haut des coupes en série, on voit dans le pétiolule se détachant de cet appareil, que le faisceau unique devient concentrique et se divise comme dans les autres ascidies.

Il est vrai que l'apparence extérieure semble indiquer dès l'abord une concrescence des bords de la foliole ; le bord supérieur porte même la dentelure caractéristique. Mais nous estimons que le caractère de la course des faisceaux libéro-ligneux a une réelle importance et qu'il peut contribuer souvent mieux que la morphologie externe à la solution des problèmes de ce genre. Ce caractère nous semble d'autant plus important ici que la concordance de structure est entière pour une série assez considérable d'ascidies.

Mentionnons enfin pour terminer la multiplication des faisceaux dans le pétiole de toutes ces feuilles monstrueuses. Au lieu des cinq faisceaux réglementaires, il y en a toujours six ou sept, parfois plus ; cependant ils gardent la disposition habituelle.

Chose curieuse, nous avons aussi constaté cette multiplication de faisceaux chez des feuilles qui, extérieurement, ne présentaient aucune anomalie, mais qui avaient été cueillies, ou sur les mêmes plantes que les feuilles monstrueuses, ou dans leur voisinage.

Nous nous trouvons ici en face d'une série de variations spontanées intéressantes et nous ne pouvons nous empêcher de croire que des cas semblables ont dû se présenter souvent dans le cours des temps. Lorsque de telles anomalies ont été utiles à la plante, rien d'impossible à ce qu'elles aient pu être fixées par la sélection. Aussi ne devons-nous pas être étonnés outre mesure par ces formations si curieuses des *Nepenthes,* des *Sarracenia* ou même des *Acacia phyllodinés.* Si des

Digitized by Google

appareils aussi compliqués que ceux que nous avons décrits peuvent être le fruit d'une variation spontanée — provoquée par une fumure copieuse ou par le parasitisme, il n'importe — pourquoi nous refuserions-nous à attribuer une certaine importance à ce facteur dans des cas où, au premier abord, il semble que des causes finales ont agi. Evidemment la variation spontanée n'a pu tout faire dans l'apparition de formes nouvelles, mais elle semble cependant avoir souvent pris un rôle que l'on est trop porté à dédaigner, parce que l'expérience ne peut que très rarement et très difficilement corroborer l'observation dans ce domaine.

Digitized by Google

# VI

# Observations sur la morphologie et l'organogénie florales des Passiflores.

PAR

M. THURY

Planches XIX et XX.

## § 1. Généralités.

La complication remarquable de la fleur des Passiflores a depuis longtemps attiré l'attention des observateurs. Les nombreux verticilles de pièces supplémentaires intercalées entre la corolle et l'androcée ont motivé des interprétations morphologiques très diverses pendant la première moitié de ce siècle. Quant à l'organogénie, elle a été étudiée en détail successivement en détail par Schleiden [1], par Payer [2] et par Masters [3]. Il n'a pas été publié dès lors d'observations organogéniques sur les Passiflores, quoique les figures données par les auteurs cités présentent des divergences de détail appelant de nouvelles recherches.

On aurait pu croire que, après les analyses consciencieuses de Payer [4] et de Wydler [5], le diagramme des Passiflores était entièrement élucidé.

[1] Schleiden, *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik*, ed. 3, II, pr 581-584, tab. III (1850).

[2] Payer, *Traité d'organogénie comparée de la fleur*, p. 396-400, tab. 87 (1857).

[3] Masters, *Contributions to the natural history of the Passifloraceæ (Transactions of the linnean society*, vol. XXVII, p. 603-606, tab. 64 (1871).

[4] Payer, l. c.

[5] Wydler, in *Beiträge zur Kenntnis einheimischer Gewächse (Berner Mittheil.* 1852, n. 243-244; *Flora*, 1852, p. 46; et dans *Pringheim's Jahrb. f. wiss. Bot.* XI, Heft 3 (1877).

Digitized by Google

Mais Masters arrive dans le mémoire qu'il a consacré aux Passiflores à des idées très différentes de ses prédécesseurs. Eichler a fait plus récemment une critique sèvère de Masters[1], mais sans reprendre en détail l'étude morphologique de ce groupe et en se basant plutôt sur les données de Wydler.

Nous nous proposons dans ce travail de faire connaître nos observations personnelles sur l'organisation et le développement de la fleur des Passiflores, complétant ou modifiant les données acquises, puis d'utiliser tous ces faits pour examiner la valeur des interprétations que l'on a données de la fleur et de l'inflorescence.

Nous avons disposé d'abondants matériaux frais à tous les degrés de développement empruntés au *Passiflora quadrangularis*. Les principaux faits ont été vérifiés en outre sur les *P. racemosa* et *P. alata*.

## § 2. Analyse morphologique de la fleur.

La fleur développée du *P. quadrangularis* (tab. XIX, 1) est placée à l'aisselle d'une feuille dont le pétiole est flanqué à droite et à gauche de deux stipules; outre la fleur on trouve, à l'aisselle de la feuille, une vrille placée latéralement par rapport à la fleur. La fleur est pédonculée et pourvue d'un involucre triphylle situé au sommet du pédoncule, sous le calice (tab. XIX, 2). Ces trois bractées ovées-aiguës et dentées, sont insérées sensiblement au même niveau; l'impaire est située du côté opposé à la vrille.

Le calice est formée de cinq sépales oblongs, un peu cucullés, arrondis-obtus au sommet. Ces sépales sont verdâtres en dessous, purpurins en dessus et blanchâtres à la base; ils possèdent à la face inférieure et près du sommet une petite apophyse conique. Le sépale impair est situé du côté opposé à la bractée impaire de l'involucre. Les sépales sont réunis à la base en une collerette cupuliforme qui contient le torus.

La corolle possède cinq pétales alternes avec les sépales et leur ressemblant beaucoup. Il sont aussi subcucullés, arrondis-obtus au sommet, mais ils ne sont pas verts et sont dépourvus d'apophyse à la face inférieure. Les pétales sont insérés au sommet du tube réceptaculaire men-

[1] Eichler, *Blüthendiagramme*, II, p. 412-445 (1878).

Digitized by Google

tionné plus haut. La section transversale des pétales à leur base met en évidence trois faisceaux, tandis que les sépales en ont cinq très saillants (tab. XIX, 3).

Il semble, lorsqu'on pratique l'ablation des sépales et des pétales, qu'ils constituent des formations bien distinctes du tube réceptaculaire; ils se détachent en effet au niveau de la coupe comme s'ils y étaient articulés. Nous verrons plus loin que cette induction est vérifiée par l'organogénie.

Entre la corolle et les étamines s'intercalent neuf verticilles ou cercles de formations très diverses. On a donné le nom d'*appendices*, de *staminules*, etc., à ces organes. Mais ces noms ont l'inconvénient de donner des idées inexactes sur leur valeur morphologique ou de prêter à des confusions. Ce sont, en effet, comme nous le verrons, des organes d'origine discoidale qui n'ont rien à voir avec des étamines, d'autre part si on appelle les feuilles des appendices, il faudrait éviter de désigner aussi par ce nom des organes de nature axile. Nous nous servirons donc du terme *axidie* pour désigner les pièces en forme d'appendice de nature axile.

Voici la série des verticilles d'axidies, des disques et des bourrelets insérés après le calice et la corolle jusqu'à l'androcée (tab. XIX, 1 et 6):

1. Calice.
2. Corolle.
3. Premier verticille d'axidies développées.
4. Second verticille d'axidies développées.
5. Premier verticille d'axidies rudimentaires, alterne au 4$^{me}$.
6. Second verticille d'axidies rudimentaires, alterne au 5$^{me}$.
7. Troisième verticille d'axidies rudimentaires, alterne au 6$^{me}$.
8. Disque à bord frangé.
9. Disque à bord uni.
10. Bourrelet circulaire obscurément pentagone.
11. Second bourrelet circulaire obscurément pentagone.
12. Androcée.
13. Gynécée.

Quelques courtes remarques sur ces diverses formations. Les axidies du premier rang sont filiformes, cylindriques, et curieusement colorées en blanc et violet, par des bandes annelées superposées (tab. XIX, 1

Digitized by Google

*St.*). Les bandes naissent à la base des pétales, avec lesquels les axidies peuvent s'enlever, lorsqu'on coupe les pétales tout à fait à la base. Le second verticille d'axidies est inséré à peu près à la hauteur du premier, c'est-à-dire au sommet de la coupe réceptaculaire. Les cercles 5 et 6 sont encore placés ves le sommet de la coupe réceptaculaire, mais ils sont très courts, presque coniques, à sommet dirigé contre le gynostème. Le cercle 7 a des pièces conformées presque comme les précédents, mais insérées plus bas sur les parois de la coupe (tab. XIX, 4). Le disque à bord frangé qui constitue le n° 8 est situé à peu près à mi-hauteur de la coupe réceptaculaire et se dirige droit vers le gynostème contre lequel il s'appuie. Le disque à bord lisse (n° 9) est situé dans le quart inférieur de la coupe et n'atteint pas le gynostème. — Jusqu'ici, en suivant les parois de la coupe, nous sommes descendus. Arrivés au fond de la cavité, si nous remontons en dirigeant notre attention sur le gynostème qui s'élève en forme de colonne massive du fond de la coupe, nous rencontrons à mi-hauteur un bourrelet circulaire (n° 10), contre lequel s'appuie le disque frangé n° 8; puis un second bourrelet (n° 11) droit au-dessus duquel s'appuient les axidies des cercles 5 et 6.

La coupe réceptaculaire est donc divisée en trois chambres ou trois étages superposés; les deux chambres inférieures communiquent assez librement grâce à la faible saillie du bourrelet n° 9. La chambre supérieure est au contraire assez nettement séparée des deux inférieures par le disque n° 8 et le bourrelet n° 10; elle est en outre ornée d'une galerie circulaire formée par le cercle d'axidies n° 7.

Au delà du dernier bourrelet circulaire, le gynostème se rétrécit, puis il s'amplifie graduellement vers le haut, où il s'évase en un plateau (tab. XIX, 6, 12 et 13) qui porte sur les côtés cinq étamines extrorses à courts filaments et, au sommet, un ovaire à trois carpelles soutenus par un court gynophore et couronné par trois styles à stigmates massifs. Nous passons sur les détails d'organisation de cette partie de la fleur qui ne présente pas de particularités saillantes dans notre espèce et qui est suffisamment illustrée par la figure. — Notons seulement que les cinq étamines sont alternes avec les cinq pétales sans que la symétrie soit altérée par l'intercalation des cercles d'axidies. L'étamine impaire postérieure est donc superposée au sépale postérieur. Le carpelle impair est postérieur et superposé à l'étamine impaire postérieure.

Les ovules, placentés pariétalement, sont nombreux sur les lignes de sutures carpellaires; ils sont anatropes et possèdent deux téguments.

Digitized by Google

Il convient encore d'ajouter les renseignements suivants relatifs au nombre des axidies dans les divers cercles. Dans le premier cercle (n° 3), il existe deux grosses axidies alternes avec les pétales et 3-5 intermédiaires ; total maximum des axidies du premier rang : 35. Les axidies intermédiaires sont sensiblement égales ; il n'y a que celles du milieu qui sont un peu plus petites. Dans les cercles n$^{os}$ 4, 5, 6 et 7 les axidies sont sensiblement égales, leur nombre maximum est aussi de trente, du moins dans les fleurs que nous avons analysées.

Nous avons donné (tab. XX, 12) un diagramme qui résume d'une façon comparative la distance des verticilles, cercles et bourrelets, mesurée sur l'axe ainsi que la longueur des pièces qui compose chacun d'eux.

L'organisation de la fleur étant bien établie, nous passons à l'étude de son développement.

## § 3. Organogénie de la fleur.

Avant de commencer notre description, nous tenons à mentionner un fait qui se produit régulièrement chez le *Passiflora racemosa* et qui complique quelque peu, chez cette espèce, l'organisation générale. C'est la production de boutons accessoires. Leur disposition, telle que nous l'avons observée, cadre avec la description qu'en a donnée Eichler pour le *Passiflora cœrulea*. Il existe cependant une différence. Eichler dessine (op. cit., fig. 182 B, Grundriss) la vrille et la première fleur comme étant située dans le même plan, puis le bouton accessoire en arrière de la vrille. Pour nous, la première fleur est en arrière à gauche de la vrille, le bouton accessoire à droite de la première fleur et à peu près dans le même plan. En outre, il existe un second bouton accessoire qui reste généralement rudimentaire et qui est inséré en arrière et entre les deux précédents, dans le petit espace laissé libre du côté de l'axe (tab. XX, 1).

Il importe d'être averti de la présence de ces boutons surnuméraires afin de ne pas en confondre les mamelons primordiaux avec des *primordiums* de pièces florales ou de bractées.

Si on examine une jeune tige présentant l'organisation que nous venons de décrire, et qu'on s'adresse à une très jeune feuille, on verra que le limbe forme une languette qui n'est guère plus longue que les deux stipules (tab. XX, 2). Tandis que les stipules sont plus ou moins

Digitized by Google

dressées, la languette limbaire est recourbée en dedans. A la base du limbe, on voit un mamelon irrégulièrement hémisphérique. Ce mamelon est le point d'origine de la vrille (tab. XX, 3). Dans un stade suivant, le limbe de la feuille axillaire s'allonge, se redresse et produit deux petits lobes latéraux ; les deux lobes se portent en dedans jusqu'à mettre leurs extrémités en contact. En repoussant la feuille avec l'aiguille, on voit que le primordium précité s'est différencié en deux mamelons (tab. XX, 4), l'un antérieur qui s'allongera directement en vrille, l'autre postérieur et légèrement placé à gauche ($\alpha$), qui donne naissance à la fleur. Très peu après apparaît (en n) un mamelon collatéral au précédent (tab. XX, 5), placé à droite et qui donnera naissance au bouton accessoire ; ce bouton, né de bonne heure, restera longtemps rudimentaire et ne se développera que bien plus tard.

Fixons maintenant notre attention sur le mamelon $\alpha$, point d'origine de la fleur. On voit d'abord se dessiner à la périphérie du mamelon $\alpha$, trois protubérances (tab. XX, 6). La plus grosse (a) est antérieure, la seconde (b) située à droite vient en second lieu comme dimension, la troisième (c) située à gauche est la plus faible. La protubérance (a) apparaît la première ; elle prend très rapidement une apparence paraboloïde. Les protubérances (b) et (c) apparaissent de suite après, presque en même temps ; cependant la pièce (b) se développe plus vite que la pièce (c). Entre ces trois protubérances qui se développent en involucre, on aperçoit toujours le mamelon floral assez régulièrement hémisphérique.

Ces détails sur lesquels Payer et Masters passent très rapidement ou ne disent rien sont cependant assez importants en ce sens qu'ils permettent d'établir la série des positions premières des différentes pièces par rapport à l'axe principal et à la feuille mère. Or on voit que la première bractée qui apparaît dans le primordium d'une fleur est placé transversalement par rapport à l'axe principal, c'est-à-dire tout à fait à gauche dans le diagramme général, vérifiant ainsi les indications d'Eichler et en opposition complète avec les diagrammes donnés par Masters. Cette position à gauche du premier mamelon de l'involucre nous paraît avoir sa raison d'être dans la présence à droite du primordium floral de la vrille auquel vient s'ajouter presque dès le début un bouton accessoire. Si on considère que la vrille et le bouton accessoire sont enveloppés par la stipule de droite, serrée contre le primordium, on concevra aisément que la pression ainsi exercée empêche toute espèce de production de bractées. Celles-ci naissent du côté de la stipule

Digitized by Google

de gauche où les sollicite une place commode laissée à leur développement. Ces considérations, dont M. Schumann a fréquemment fait usage pour expliquer des positions de ce genre [1], ne tranchent rien relativement aux rapports morphologiques qui existent entre la vrille et la première fleur. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur ce point.

Les pièces du calice naissent successivement et se disposent en quinconce. Sur ce point nos observations cadrent exactement avec celles de Payer : les pièces 1 et 3 sont placées devant, celles 4 et 5 latéralement et celle 2 en arrière par rapport à la bractée impaire (tab. XX, 7). La genèse des pièces correspond donc au cycle $^2/_5$, mais on ne saurait déduire sûrement de là une loi phyllotaxique, puisque dans bien d'autres fleurs, quand les positions des organes environnants changent, l'ordre d'apparition des sépales est modifié. Ajoutons encore que, conformément aux indications de Payer, les sépales se creusent très rapidement en dedans et font proéminer de très bonne heure à leur partie dorsale l'apophyse signalée au chapitre précédent.

Ce n'est que lorsque tous les sépales ont apparu que naissent les pétales, et cela d'une façon simultanée (tab. XX, 8). Cette apparition simultanée se comprend assez bien si on considère qu'avant la genèse des pétales tout le centre de la fleur s'élargit en un gros mamelon. Les pétales naissent à sa périphérie sans contact les uns avec les autres et dans les intervalles des sépales. Il est donc compréhensible que l'activité phyllogénique se manifeste d'une façon symétrique et simultanée à la périphérie du primordium.

Le même phénomène a lieu pour les étamines. Avant et pendant leur apparition, le primordium grossit et s'étend, de sorte que les mamelons staminaux naissent sans contact les uns avec les autres (tab. XX, 9). A ce moment les régions internes de la fleur ont l'apparence suivante. Les pétales se dessinent d'une manière parfaitement tranchée sur un fond lisse et brillant, semblable à la moitié d'un œuf que l'on aurait coupé suivant son grand axe. Cependant, la portion centrale se relève plus en saillie que cette comparaison ne l'indique. La distance qui sépare les mamelons corollins est à peu près égale à leur longueur. Les mamelons se distinguent de la surface sur lequel ils s'élèvent, — laquelle est beaucoup moins bombée que ne l'indique Payer, — par une différence brusque de tissu. Il en est de même pour toute la partie centrale $\alpha$ de la fleur, qui est très nettement délimitée et qui fait un saillie de hauteur

[1] Schumann, *Neue Untersuchungen über den Blüthenanschluss*, Leipzig, 1896.

Digitized by Google

équivalente à celle des mamelons corollins. Cette partie saillante n'est point plane, mais au centre se creuse une légère dépression. Le contour est bordé de cinq saillies à contour circulaire et fort peu proéminentes, dontla forme est comparable à celle d'un verre de montre : ce sont les mamelons staminaux. Le contour de chacun d'eux paraît bien limité par un espace où se prononce une légère différence de tissu, de sorte que chaque mamelon est comme entouré d'un cercle brillant, peu sensible quoique distinct.

Nous avons mentionné tout à l'heure l'existence, au centre de la fleur, d'une légère dépression. Cette dépression s'accentue fortement à mesure qu'apparaît le mamelon ovarien, au point qu'il se forme presque un bourrelet annulaire avec nombril central (tab. XX, 10). Ce stade n'est pas mentionné par Payer et formellement nié par Masters. En revanche, Schleiden l'a fort bien décrit et figuré. Nous ne pouvons que nous ranger à la description de cet auteur.

Une fois le mamelon et sa dépression centrale constitués, les bords se lobent en trois saillies qui deviendront des styles (tab. XX, 11). Par le développement des lobes stylaires et la croissance en surface des parois de l'ovaire, la coupe ovarienne se creuse de plus en plus, les placentas se dessinent et les ovules se développent suivant le mode indiqué par Payer auquel nous n'avons rien à ajouter. Ce n'est qu'une fois la cavité ovarienne entièrement close, que le gynostème commence à s'allonger et que les cercles d'axidies et formations discoidales apparaissent. Les pièces naissent dans chaque cercle simultanément et les cercles se développent dans un ordre rigoureusement centripète. Les bourrelets circulaires du gynostème naissent en dernier lieu au fond de la coupe réceptaculaire. Ils sont ultérieurement soulevés à leur place définitive par la croissance intercalaire du gynostème. Ainsi, les verticilles fondamentaux et la fleur apparaissent avant les verticilles accessoires. Nous ne figurons pas les détails relatifs à la première apparition des axidies et des collerettes, parce qu'ils ont été très fidèlement rendus par Payer.

## § 4. Conclusions.

Comme on le voit, nous avons particulièrement insisté sur les premiers développements de la fleur, sans nous arrêter longtemps aux dernières phases du processus, dans lesquelles nos observations confirment entièrement les données de Payer.



Digitized by Google

Relativement au diagramme et à la façon de l'interpréter, nous ne pouvons que confirmer entièrement celui qui a été donné par Eichler. Cet auteur a avancé que les esquisses données par Masters étaient « toutes fausses. » Ce jugement sommaire est un peu vif, mais il est malheureusement justifié.

En revanche, nos recherches organogéniques ne justifient point la théorie qu'Eichler a donné des rapports de la fleur avec la vrille. Pour ce morphologiste, la vrille est un rameau axillaire né à l'aisselle d'une feuille. Ce rameau produirait à son tour une branche florifère. La bractée impaire de l'involucre serait la feuille axillante de cette branche et les bractées latérales seraient les préfeuilles de l'extrémité florifère. Pour expliquer la position anormale de la bractée axillante, qui au lieu d'être à la base de la branche florifère, se trouve tout près du sommet, Eichler admet un phénomène d'entraînement.

Malgré ce que dit en note le célèbre morphologiste sur l'appui fourni en faveur de cette manière de voir par l'organogénie, nous arrivons par cette méthode même à des résultats différents. On ne voit pas du tout apparaître à l'aisselle d'une feuille (F), une vrille (I), puis une bractée (B) et enfin à l'aisselle de celle-ci un rameau axillaire (II) et ses deux bractéoles (bb) précédant la fleur (S) ainsi que l'exigerait la théorie. On voit au contraire apparaître à l'aisselle d'une feuille (F) un premier mamelon, c'est-à-dire un rameau axillaire ($I_1$), puis un second mamelon, obliquement collatéral au premier qui est le deuxième rameau axillaire ($I_2$), puis un troisième mamelon obliquement collatéral au précédent et qui constitue un troisième rameau axillaire ($I_3$). Nous avons même vu qu'il pouvait s'en produire un quatrième, lequel cependant se développe rarement ($I_4$). Le premier rameau devient une vrille et ne porte pas de feuilles; le second produit d'abord une bractée antérieure (B), puis deux bractéoles latérales (bb), puis une fleur (S) : on ne voit pas la bractée apparaître d'abord, puis produire à son aisselle un primordium donnant naissance aux bractéoles et à la fleur comme l'exige la théorie d'Eichler. Enfin les troisième et (éventuellement) quatrième rameaux se développent en fleurs comme le second. Ces troisième et quatrième fleurs ont ou n'ont pas de bractée impaire antérieure, de même que la vrille a ou n'a pas de bractée propre. La présence ou l'absence de cette pièce, n'a d'ailleurs pas plus d'importance que l'adjonction ou l'absence d'une feuille sur une tige.

La différence qui existe entre notre interprétation et celle d'Eichler ressortira aisément d'une comparaison de notre formule technique comparée à celle de ce morphologiste.

Digitized by Google

| Formule d'Eichler. | Formule donnée selon nous par l'organogénie. |
| --- | --- |
| F<br>I. B<br>II. b. b. S. | F<br>$I_1$ (vrille). $I_2$ (B. b. b. S). $I_3$ (bb. S). $I_4$. |

Les rameaux axillaires stériles (vrille) ou fertiles (fleurs) sont ainsi placés en zigzag à l'aisselle de la feuille, comme cela a lieu fréquemment lorsqu'il y a plusieurs rameaux axillaires à l'aisselle d'une même fleur. Il n'est alors plus nécessaire de recourir à un phénomène d'entraînement contredit par l'organogénie et pour lequel les preuves anatomiques font défaut.

Indépendamment de ce résultat qui touche à un des points les plus difficiles de la morphologie des Passiflores, nous croyons avoir obtenu des renseignements précis sur quelques points en litige entre les organogénistes (par ex. les premiers stades du gynécée), et l'étude que nous venons de faire permet d'entrevoir que des recherches analogues entreprises sur des nombreuses formes d'inflorescence signalées, mais si mal décrites dans les ouvrages descriptifs, qu'Eichler dit avoir renoncé à en prendre une idée claire, fourniraient de nombreux faits nouveaux, intéressants pour la morphologie des Passifloracées.

Genève, avril 1897.

Digitized by Google

# VII

# Quelques notes sur la florule pélagique de divers lacs des Alpes et du Jura.

PAR

**Eugène PITARD**

---

Ceci n'est pas le travail d'un botaniste, et ne peut avoir que le caractère d'une note préliminaire.

Dans l'étude que j'ai faite de la faune inférieure d'un certain nombre de lacs alpins et du Jura, j'ai été naturellement amené à m'occuper de quelques-uns des membres de la florule pélagique qui composent une partie du Plankton. Comme la presque totalité des lacs dont il va être parlé n'ont pas encore été étudiés à ce point de vue par les botanistes (exception faite pour le lac de Tanney [1]) il m'a paru intéressant de noter au passage les formes que je pouvais reconnaître, appartenant à cette florule, surtout parce que des comparaisons entre les divers lacs étudiés pouvaient être essayées.

Ceci n'est donc pas un travail complet, mais un simple aperçu qui pourra servir de base à des travaux subséquents entrepris par des spécialistes. Cette note aura encore cet intérêt qu'elle indiquera, pour quelques lacs au moins (Tanney, Chavonnes, Lowerz, Joux, Brenet), des recherches en verticale, pratiquées de la surface au plancher du lac.

L'étude de la florule pélagique des lacs a une certaine importance [2]

[1] R. Chodat, Note sur la florule pélagique d'un lac de montagne. *Bull. Herb. Boissier*, 1896, t. IV.

[2] Voir aussi F.-A. Forel, Les Micro-organismes pélagiques des lacs de la région subalpine. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XXIII, 87.



Digitized by Google

pour deux raisons principales. La première, parce que cette florule peut se développer plus ou moins abondamment en espèces et en individus selon la nature chimique des eaux du lac, selon la situation de celui-ci son altitude, la couleur et le degré de plus ou moins grande transparence de ses eaux, etc., etc., et que, de ce fait, des renseignements intéressants nous sont fournis sur les conditions d'existence des êtres inférieurs dans les nappes d'eau douce — et qu'à cet égard il est peut être possible d'établir des rapports entre la présence ou l'absence de telle espèce et les conditions physico-chimiques d'un lac. La seconde raison, qui n'est qu'une partie de la première, touche à la question du cycle de la circulation de la matière organique, puisque ces microphytes absorbent les matières dissoutes dans les eaux des lacs et deviennent à leur tour la proie des Rotateurs et des Entomostracés phytophages. Le nombre des organismes composant la florule d'un lac pourrait dès lors nous renseigner — empiriquement — sur la valeur des matières dissoutes dans les eaux de ce lac et nous indiquer, *a priori*, la possibilité ou l'impossibilité d'existence des autres organismes inférieurs.

Ainsi que le remarque R. Chodat, dans la note citée plus haut, les indications botaniques sont très éparses [1], et il est grandement temps que l'on se mette à cette étude. N'étant pas botaniste, je le répète, mes recherches n'ont pas été dirigées exclusivement dans ce sens et il manquera, sans doute, bien des espèces à l'appel.

J'ai dit que les récoltes que j'ai faites proviennent de la surface et pour quelques lacs des eaux profondes. On verra que la florule pélagique habite les eaux moyennes et profondes tout aussi bien que la surface des nappes d'eau, les espèces qui la composent suivant généralement les autres membres de Plankton dans les migrations que ceux-ci peuvent faire la nuit et le jour. Le produit de mes pêches est conservé dans le formol dilué à la dose de 2 % environ, ce qui donne de bons résultats. Mes pêches sont pratiquées au moyen d'un filet fin de Müller dont les mailles sont du plus petit diamètre qui existe dans le commerce (N° 19). Chacune des récoltes, quand il y a moyen de faire des pêches quantitatives, dure 4 minutes. Pendant ce laps de temps je parcours environ 136 mètres et je filtre à peu près 4,95 m³. d'eau. Mais cette dernière indication a peu d'intérêt en l'espèce, puisque je laisserai de côté la question des volumes ramassés.

[1] Il vient de paraître un travail intéressant de M. Schrœter sur le Phytoplankton du lac de Zurich : *die Schwebeflora unserer Seen*. 99e Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. Zurich, 1897.

Digitized by Google

Ce travail sera divisé en deux parties principales, la première se rapportera à quelques lacs alpins; la seconde à trois lacs du Jura.

## Lacs des Alpes.

La région des Alpes dont j'ai étudié quelques-uns des lacs est située entre le lac Léman, le ruisseau l'Eau froide, le Hongrin, le cours supérieur de la Sarine à l'Ouest — le cours supérieur de la Sarine et le cours moyen de la Kander (affluent de la Simmen) au Nord — la Dala (qui descend des Alpes bernoises) jusqu'au cours du Rhône et de la Dranse d'Entremont à l'Est — la frontière des Alpes valaisannes au Sud. Ces lacs appartiennent donc en partie au bassin du Rhône, en partie au bassin de l'Aar et sont placés sur deux versants principaux.

Ce sont des nappes d'eau d'inégales étendues; elles sont assez différentes les unes des autres par la nature de leurs bords et de leurs lits, la couleur de leurs eaux, etc., et présentent donc des conditions biologiques diverses. Voici ces lacs groupés d'après leur altitude :

| | | |
|---|---|---|
| 1. Blauseeli (lac bleu de Kandersteg)..... | | 880 m. |
| 2. Lac de Tanney..... | | 1411 » |
| 3. Lac de Nairvaux | pied de la Tour d'Aï.... | 1495 » |
| 4. Lac Rond | | 1501 » |
| 5. Lac Pourri | | 1509 » |
| 6. Lac Lovenex..... | | 1638 » |
| 7. Lac des Chavonnes (Chamossaire)..... | | 1695 » |
| 8. Mares de Looz (sur Tanney)..... | | 1836 » |
| 9. Lac Lioson (Chaussy)..... | | 1870 » |
| 10. Daubensee (sur la Gemmi)..... | | 2714 » |

Les lacs 2, 6, 8 sont situés sur la rive gauche de la vallée du Rhône, les autres sur la rive droite.

Imhof qui a, je crois le seul, jeté un coup d'œil sur quelques-uns de ces lacs, donne de très rapides informations[1] seulement au sujet des lacs du Chamossaire (dans lesquels figure le lac des Chavonnes indiqué plus haut) et du lac de Tanney. Les seules espèces végétales qu'il cite, sont *Dinobryon elongatum* Imhof et *Peridinium talulatum* Ehg.

[1] O.-E. Imhof, Organismes inférieurs des lacs de la région du Rhône. *C. R. de la Soc. helv.*, Lausanne, 1893.

Digitized by Google

Pour mettre un peu d'ordre dans les indications qui vont suivre, nous commencerons par les lacs situés sur la rive gauche de la vallée du Rhône; puis l'énumération de tous les lacs mentionnés au tableau, une fois terminée nous ajouterons le lac de Lowerz (451 m.) qui appartient aux lacs alpins par les eaux qui le forment. Nous le mettons à la suite parce qu'il appartient à une toute autre région que celle dont nous avons d'abord à parler.

## LACS DE LA RIVE GAUCHE

### Lac de Tanney.

Situé à l'altitude de 1411 mètres sur le versant nord du Grammont. Superficie 0,17 km., profondeur maximale 31 m. Alimenté par un petit ruisseau. Emissaire invisible, souterrain; dans tous les cas mal connu. Le 17 juillet 1896 l'eau était assez transparente. Température 19° C. La plus grande quantité du Plankton se trouvait à 20 mètres de profondeur et elle était surtout constituée par des Rotateurs.

A la surface, où la récolte de Plankton est très faible, on remarque *Cyclotella comta* Ehg. *Synedra delicatissima* Grun, *Peridinium tabulatum* Ehg. *Pediastrum boryanum* Menegh.

Chose intéressante, les *Dinobryon stipitatum,* Stein et *elongatum,* Imhof, qui sont excessivement rares à la surface deviennent très nombreux à partir de 5 mètres de profondeur. On les trouve encore en masse importante à 30 mètres avec *Synedra delicatissima.*

M. R. Chodat [1] qui a publié la liste des espèces qu'il a rencontrées dans ce lac (et elles sont bien plus nombreuses que les miennes) indique, comme le fait le plus intéressant à retenir de son travail, concernant la florule, l'absence de *Ceratium hirundinella* O. F. Müller. *(Ceratium macroceros* Schr. et Perty.) J'ai trouvé cette espèce dans une pêche pratiquée à 10 mètres, mais représentée par quelques exemplaires seulement.

### Lac de Lovenex.

Au pied N. W. du Grammont. Il est situé à 1688 m. d'altitute à la base d'une paroi de rochers et de pentes d'herbe. Il est alimenté par les

[1] Voir la note de la page 504.

Digitized by Google

eaux de ruissellement et par la fonte des neiges. Profondeur maximale 4 mètres. Ce lac est très riche en algues filamenteuses et en diatomées diverses (Navicula, etc.). J'y ai remarqué la présence de *Cyclotella comta* Ehg.; *Pediastrum boryanum* Menegh; *Botryococcus Braunii* Kütz, *Cosmarium scenedesmus* (?) Delp. *Scenedesmus quadricauda* Breb.

Ce qui m'a frappé, c'est l'absence de *Synedra delicatissima*, de *Ceratium hirundinella* et des *Dinobryon* qui existent dans le lac de Tanney, situé de l'autre côté du Grammont. Cette absence est d'autant plus remarquable que Lovenex est placé plus près du lac Léman et dans une position qui lui faciliterait, plus que Tanney, le peuplement par des espèces venues de ce grand lac, où elles existent.

### Mares de Looz.

Au-dessus du lac de Tanney, à l'altitude d'environ 1600 mètres, se trouvent quelques mares de faible étendue, de très bas fond et n'ayant que peu d'écoulement. Ces mares sont extrêmement riches en Rotateurs. Par contre la florule y est très rare sauf *Pediastrum boryanum*. Ces mares sont caractérisées par l'absence des mêmes formes indiquées ci-dessus pour le lac de Lovenex.

## LACS DE LA RIVE DROITE

Parmi les lacs situés sur la *rive droite* du Rhône, je laisse de côté un élargissement du cours de la Kander, un peu au-dessous du village de Kandersteg. Cette toute petite nappe d'eau est froide (5° C.) et peu capable, à cause de ce caractère, et à cause du courant qui y règne, de contenir des membres de la florule pélagique. J'y ai trouvé, cependant, et cela peut être intéressant à noter à cause justement des caractères ci-dessus, des débris de *Dinobryon* et de *Ceratium hirundinella*.

### Blauseeli (lac bleu de Kandersteg).

Ce petit lac, le plus beau des lacs bleus de la Suisse, est à l'altitude de 880 m., sa longueur est de 120 mètres, sa largeur de 80; sa profon-

Digitized by Google

deur de 9,1. Malgré une pêche consciencieuse faite en bateau pendant 4 minutes et qui m'a permis d'explorer presque toute la surface de l'eau; le filet n'a presque rien ramené. Par contre les diatomées sont excessivement nombreuses, surtout sur le fond. Je crois que la liste de celles-ci n'a pas encore été donnée. Grâce à l'obligeance de M. le professeur J. Brun qui y avait déjà pris des échantillons et à qui j'en ai remis d'autres provenant de ce ravissant petit lac, je puis indiquer ci-dessous le catalogue des espèces reconnues (× = assez fréquente; ×× = fréquente; ××× = abondante). — Récoltes Brun 1884 (août), Keller 1895 (septembre) et Pitard 1896 (juillet).

| | |
|---|---|
| × | *Achnanthis trinodis* Arnott. |
| rare | — *flexellum* var. *alpestris* J. Brun. |
| rare | *Cymbella æqualis* (= *Navicula angustata* W. Sm.). |
| ×× | — *delicatula* Ktz. |
| × | — *Cistula* Hemp. |
| × | — — var. *major* J. Brun. |
| × | — *cymbiformis* (*forma minor*) Ehr. |
| ××× | — — var. *stagnorum* J. Brun. |
| rare | — *Ehrenbergii* Ktz. |
| rare | — *gracilis* (= *lævis* Næg.). |
| rare | — *maculata* Ktz. |
| × | *Eunotia Arcus* Ehr. |
| rare | — — var. *plicata* J. Brun. |
| rare | *Gomphonema angustatum* Ktz. |
| rare | — — var. *æqualis* Greg. |
| × | — *helveticum* J. Brun. |
| rare | — — var. *incurvata* J. Brun. |
| × | — *intricatum* var. *pulvinata* Grun. |
| × | — *montanum* Schum. |
| × | *Navicula Hebes* Ralfs. |
| rare | — *exilis* Grun. (= *serians* var. *exilis*). |
| rare | — *Patula* W. Sm. (= *latiuscula* Ktz.). |
| rare | — *salinarum* Grun. (= *cryptocephala* W. Sm. non Ktz.). |
| × | — *serians* var. *minima* Grun. |
| × | — *Zellensis* Grun. |
| rare | *Nitzschia angustata* Grun. (= *Fryblionella ang.* W. Sm.). |

En dehors de ces formes le Blauseeli doit être considéré comme très pauvre, et aussi bien en espèces animales qu'en espèces végétales. *Cyclotella comta; Tabellaria fenestrata* Kütz; *Cosmarium scenedesmus;*

Digitized by Google

*Ceratium hirundinella*, sont les espèces rencontrées; elles sont d'ailleurs très rares.

### Lac de Nairvaux.

Au pied de la Tour d'Aï; au bas d'un gros rocher et de pentes d'herbes; altitude 1495 m., alimenté par les eaux de pluie et la fonte des neiges. Eau claire. Ce lac nourrit beaucoup de truites que l'Etat de Vaud y a introduites.

Très riche en *Ceratium hirundinella*. Ce Péridinien a une forme plus élancée et plus gracieuse que celle des autres lacs; les cornes postérieures sont plus écartées et plus minces. A côté : *Cyclotella comta*, *Fragilaria crotonensis* Edw.; de très rares exemplaires de *Dinobryon divergens* Imhof (avec kystes).

### Lac Rond.

A 1501 m. dans la même région que le précédent. L'écoulement de ses eaux va dans l'Eau froide. Difficile à explorer parce que ses bords sont formés par des radeaux d'herbes sur lesquels il y a danger à s'aventurer. Je n'y ai guère rencontré que *Dinobryon divergens*, *Melosira catenata* Brun; ce lac est à revoir complètement.

### Lac Pourri.

A 1509 m., d'altitude, sur le versant N. E. de la Tour d'Aï, au pied d'une paroi de rochers, environné de sapins. Situé entre le lac de Nairvaux et le lac Rond. Bords marécageux, difficilement abordables en certains endroits et remplis de roseaux. Ce petit lac est extraordinairement riche en larves d'insectes. Rencontré : *Anabæna spiroïdes* Klebh.; *Melosira catenata; Fragilaria crotonensis; Cyclotella comta; Dinobryon divergens;* de très rares exemplaires de *Ceratium hirundinella*. Cette dernière constatation est assez curieuse, en tant que distribution géographique, puisque le lac Pourri est à proximité du lac Nairvaux qui, lui, est très riche de cette espèce.

Digitized by Google

### Lac des Chavonnes.

Altitude 1695 m. Ce lac est situé dans le massif du Chamossaire (Alpes vaudoises). Il est alimenté par quelques ruisseaux qui descendent des pentes environnantes. Le 7 août 1896, j'ai récolté du Plankton; temp. 18° C. La surface totale du lac est de 0,05 km², sa profondeur maximale 28 mètres. Je ne possède des récoltes que jusqu'à 10 mètres de profondeur, car je n'ai pas pu trouver le point de plus grande dépression.

A la surface se trouvait : *Merismopedia elegans; Tabellaria fenestrata; Cyclotella comta;* des débris de *Dinobryon* (probablement *D. divergens);* quelques très rares restes de *Ceratium hirundinella.* Ces formes se retrouvaient à 10 mètres de profondeur. Il peut être encore intéressant de noter qu'en cette dernière partie du lac le filet ramenait des algues filamenteuses flottantes. On peut se demander comment elles vivent.

### Lac Lioson.

Sur le versant N. de Chaussy (dans la partie occidentale de la vallée des Ormonts). Altitude 1870 m. Au pied de parois de rochers et de prairies. Alimenté par les eaux de pluie et la fonte des neiges. Ce lac m'a paru excessivement pauvre en florule pélagique, en dehors d'un certain nombre de Navicules diverses. Malgré d'actives recherches dans les flacons que j'ai rapportés, je n'ai pas trouvé trace de *Dinobryon* ni de *Ceratium.*

### Daubensee.

Sur le versant nord de la Gemmi. Altitude 2714 m. C'est un lac froid aux eaux grises formé par la fonte des neiges. Le 10 août 1896, la température y était de 5° C. Le fond de ce lac est formé par des cailloux. La faune et la flore y sont pauvres. J'y ai cependant rencontré : *Anabæna spiroïdes, Cyclotella comta, Dinobryon divergens, Ceratium hirundinella.* Il est bon de remarquer, dès à présent, que cette dernière forme était considérée jusqu'à ce jour comme ne dépassant pas l'altitude de 2436 m.[1] (Wildsee). Les exemplaires du Daubensee sont d'une

[1] Eug. Pitard, A propos de *Ceratium hirundinella,* O.-F. Müller, *Arch. de Genève,* t. III, 1897.

Digitized by Google

petite taille, certainement très inférieure à celle de *Ceratium* habitant d'autres lacs.

### Lac de Lowerz.

Malgré son altitude peu élevée, ce lac a été placé à la fin de l'énumération de ceux qui précèdent à cause de sa position géographique fort éloignée de celle des autres lacs. Altitude 451 m. Superficie totale 3.10 km²; profondeur maximale 13 m. C'est donc un lac peu profond dont les rives, en certains endroits, sont assez marécageuses. Des pêches y ont été pratiquées le 7 août et le 17 septembre aux abords de l'île de Schwanau. C'est un lac alpin formé par des ruisseaux qui descendent principalement de la région du Rossberg; du Hohe Stock et des Mythen.

Il me paraît, au point de vue qui nous occupe, surtout riche en diatomées et en Phalophycées. *Cyclotella comta, Asterionella gracillima* Heib; sont les représentants de la première classe. La seconde a les formes suivantes : *Dinobryon divergens* (avec kystes) *D. stipitatum; Ceratium reticulatum* Imhof (si cette espèce doit être admise [1]), *Ceratium cornutum,* Clap et Lachm; *Peridinium tabulatum* Ehg. Tous ces membres de la florule se retrouvent encore à 10 mètres de profondeur.

Si nous essayons, sur ces quelques données, de récapituler les observations recueillies et si nous tentons quelques comparaisons entre les divers lacs étudiés, relativement aux principales formes qu'ils contiennent en fait de florule pélagique, voici ce que nous voyons :

*Asterionella gracillima* Heib, ne s'est rencontrée que dans le lac de Lowerz, c'est-à-dire dans celui qui, parmi tous les lacs alpins qui figurent dans ce travail, est situé à la plus faible altitude.

*Synedra delicatissima* Grun, n'a été vue que dans le lac de Tanney ; elle manque, avons-nous déjà remarqué, dans le lac de Lovenex et dans les mares de Looz qui sont cependant très rapprochés.

*Tabellaria fenestrata* Kutz, a été recueillie dans le Blauseeli de Kandersteg et dans le lac des Chavonnes seulement.

[1] O.-E. Imhof, Resultate meiner studien über die pelagische fauna Kleinerer und grösserer Süsswasserbecken der Schweiz. Leipzig, 1884.

H. Blanc, Note sur *Ceratium hirundinella* O.-F. Müller. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XX, 91.

Digitized by Google

*Pediastrum boryanum* Menegh, se trouve mentionnée dans le lac de Tanney, dans le lac de Lovenex et dans les mares de Looz, c'est-à-dire dans des nappes d'eau qui appartiennent à la même région. Elle manque dans tous les autres lacs.

*Ceratium herundinella* O. F. Müller; est une forme dont l'aire géographique est très étendue. Elle existe dans tous les lacs indiqués ci-dessus, sauf dans celui de Lovenex et dans les mares de Looz, ce qui est extrêmement curieux si l'on se rappelle la proximité de ces lacs de celui de Tanney. Il est vrai qu'à Tanney cette espèce est rare. Elle ne figure pas non plus dans le lac Rond où elle doit exister très probablement puisqu'elle se trouve dans les lacs de Nairvaux et Pourri. Nos pêches dans ce dernier lac sont absolument insuffisantes, nous avons dit pourquoi.

*Ceratium cornutum* Clap. et Lachn., n'est mentionnée que dans le lac de Lowerz. Et il est intéressant de se rappeler qu'elle provient de la surface aussi bien que de la profondeur. On pense généralement que ce Péridiniacé n'habite que le fond des lacs; dans le lac Léman on ne le trouve jamais à la surface [1].

*Peridinium tabulatum* Ehg, appartient aux lacs de Tanney et de Lowerz seulement.

## Lacs du Jura.

Les observations qui vont suivre se rapportent aux lacs des Rousses et aux lacs de Joux et Brenet. Elles ont eu lieu pendant l'été de 1896, les 12, 13 et 14 juillet, par un temps beau et clair le thermomètre marquant dans les trois lacs la température de 18° C. Les récoltes de Plankton dans lequel se trouvait la florule pélagique ont eu lieu de la surface des eaux jusque près du plancher du lac (soit à 20 mètres de profondeur), sauf pour le lac des Rousses où les pêches n'ont eu lieu qu'à la surface. Pour ce qui concerne les lacs de Joux et Brenet, des récoltes ont été pratiquées le jour et la nuit.

## Lac de Joux.

Ce lac est situé à l'altitude de 1008 m. Il est formé principalement par le cours de l'Orbe et ses eaux s'en vont par des entonnoirs constituer

[1] E. Penard, Recherches sur le *Ceratium macroceros*, etc. Genève, 1888.
E. Penard, Les Péridiniacées du Léman. *Bull. Soc. bot. Genève*, nº 6, 1891.

Digitized by Google

un émissaire souterrain qui apparaît à une certaine distance au nord. Ce lac doit être certainement très intéressant pour les botanistes à cause de ses diverses conditions physiques. Près du Sentier il est peu profond, tourbeux; plus au nord, sa rive gauche à certains endroits descend assez rapidement à pic. La drague ramène de la vase calcaire grise jaunâtre mêlée à des débris organiques de toutes sortes. Il y a en outre dans ce lac, par vingt mètres de fond environ, des éminences particulières connues sous le nom de Monts et dont le sol, qui est un dépôt organique, est formé presqu'uniquement de débris de Charas [1].

Les membres de la florule pélagique que j'y ai rencontrés sont les suivants : *Merismopedia elegans; Fragilaria crotonensis; Asterionella gracillima; Cyclotella comta; Melosia catenata; Pediastrum boryanum; Dinobryon divergens; Ceratium hirundinella; Peridinium tabulatum.*

Et cela depuis la surface (le jour et la nuit) jusqu'à vingt mètres de profondeur, *Ceratium hirundinella* était particulièrement abondant.

## Lac Brenet.

C'est une dépendance nord du lac de Joux, dont il est séparé par un étroit chenal de quelques mètres de longueur; la partie de ce lac qui est la plus rapprochée du village le Pont est un bas fond quelquefois en partie à sec pendant l'été. An point de vue de la faune inférieure, le lac Brenet m'a présenté cette particularité de fournir des différences sensibles par rapport au lac de Joux, dans la présence, en même temps, de diverses espèces de Crustacés pélagiques [2].

Représentants de la florule : *Merismopedia elegans; Fragilaria crotonensis; Asterionella gracillima; Cyclotella comta* et *C. stelligera* (?) Clère et Grunow; *Melosira catenata; Pediastrum boryanum; Botryococcus Braunii; Pandorina morum* Bory; *Eudorina elegans* Ehg.; *Scenedesmus quadricauda; Dinobryon divergens; D. stipitatum; Ceratium hirundinella; Peridinium tabulatum.*

## Lac des Rousses.

Sur le territoire français, altitude 1059 m., un des plus élevés des

[1] F.-A. Forel, La faune profonde des lacs suisses. *Mém. Soc. helv. sc. nat.*, vol. XXIX, 1885.

[2] Pitard, Sur le Plankton des lacs de Joux-Brenet. *Arch. de Genève*, t. III, 1897.

Digitized by Google

lacs du Jura. Il est formé par quelques ruisseaux et son émissaire est l'Orbe. Dans sa partie du sud-est et de l'est, ce lac est passablement marécageux. Sa flore possède la particularité d'enregistrer une espèce de Potamogeton qui ne se récolte nulle part ailleurs dans les lacs du Jura. C'est le *Potamogeton coriaceus* Freyer[1], connu auparavant seulement dans l'Angleterre, le Danemark et le Holstein.

Espèces pélagiques rencontrées : *Merismopedia elegans; Fragilaria crotonensis; Cyclotella comta; Pediastrum boryanum; Cosmarium scenedesmus; Dinobryon divergens; Ceratium hirundinella; Peridinium tabulatum.* Le plus nombreux de ces organismes était *Pediastrum boryanum.*

En comparant ces trois lacs du Jura, il peut sembler, au premier abord, qu'ils ne renferment pas tous la même florule. Je crois qu'il n'en est rien. Si certaines espèces sont mentionnées pour un lac et ne le sont pas pour les autres, cela signifie peut-être que ces espèces n'ont pas encore été rencontrées et voilà tout. Les trois lacs du Jura dont il vient d'être parlé ont trop de caractères communs pour qu'il n'en soit pas ainsi. Et cependant l'observation de Magnin indiquée plus haut (présence de *Potamogeton coriaceus* dans le lac des Rousses seulement) est assez curieuse. Je sais bien qu'il s'agit d'une plante supérieure fixée au sol, mais il ne faut pas oublier que les Potamogetons se disséminent facilement[2] et que si les conditions d'existence que peuvent fournir les trois lacs ci-dessus sont identiques, rien n'aurait empêché cette espèce de continuer son chemin par le cours de l'Orbe jusqu'aux lacs de Joux-Brenet.

Nous avons dressé pour les quatorze lacs mentionnés dans ce travail le tableau des formes pélagiques qui y ont été rencontrées. Ce tableau permettra plus facilement les comparaisons. Nous avons esquissé quelques-unes de celle-ci en terminant l'énumération de la florule contenue dans les lacs alpins. Voici ce tableau. On y remarquera que nous avons groupé les Cyclotella sous le seul terme de *Cyclotella comta* Ehg.; les études ultérieures qui pourront être faites par des botanistes sépareront les espèces.

[1] Ant. Magnin, Les lacs du Jura, nº 1. Généralités sur la Limnologie jurassienne. Lyon-Paris, 1895.

[2] Hochreutiner, Notice sur la répartition des Phanérogames dans le Rhône et dans le port de Genève. *Bull. Herb. Boiss.*, t. V, 1897, p. 9-11.

Digitized by Google

**Tableau comparatif montrant la distribution des membres de la florule pélagique dans les divers lacs étudiés.**

| | LAC DES ALPES | | | | | | | | | | | Lac du Jura | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lac de Tanney (1411m). | Lac de Lovenex (1638m). | Mares de Looz (1836m). | Blauseeli (880m). | Lac de Nairvaux (1495m). | Lac Rond (1501m). | Lac Pourri (1509m). | Lac des Chavonnes (1695m). | Lac Lioson (1870m). | Daubensee (2714m). | Lac de Lowerz (451m). | Lac de Joux (1008m). | Lac Brenet (1008m). | Lac des Rousses (1059m). |
| SCHIZOPHYCEÆ | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| *Anabæna spiroïdes* Klehb | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | .. | .. | X | .. | .. | .. | .. |
| *Merismopedia elegans* A. Br. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | .. | .. | .. | X | X | X |
| DIATOMEÆ | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| *Melosira catenata* Brun | .. | .. | .. | .. | .. | X | X | .. | .. | .. | .. | X | X | .. |
| *Fragilaria crotonensis* Edw. | .. | .. | .. | .. | X | .. | X | .. | .. | .. | .. | X | X | X |
| *Asterionella gracillima* Heib. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | X | X | X |
| *Synedra delicatissima* Grun | X | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| *Tabellaria fenestrata* Kütz. | .. | .. | .. | X | .. | .. | .. | X | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| *Cyclotella comta* Ehrg | X | X | .. | X | X | .. | X | X | .. | X | X | X | X | X |
| CHLOROPHYCEÆ | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| *Eudorina elegans* Ehrg | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | .. |
| *Pandorina morum* Bory | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | .. |
| *Pediastrum boryanum* Menegh. | X | X | X | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | X | X |
| *Cosmarium scenedesmus* Delp. | .. | X | .. | X | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X |
| *Botryococcus Braunii* Ktz. | .. | X | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | .. |
| *Scenedesmus quadricauda* Breb | .. | X | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | .. |
| PHÆOPHYCEÆ | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| *Dynobryon divergens* Imhof | .. | .. | .. | .. | X | X | X | X | .. | X | X | X | X | X |
| *D. stipitatum* Stein | X | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | .. | X | .. |
| *D. elongatum* Imhof | X | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| *Ceratium hirundinella* O. F. Müller | X | .. | .. | X | X | .. | X | X | .. | X | X | X | X | X |
| *C. reticulatum*[1] Imhof | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X (?) | X | .. | .. | .. |
| *C. cornutum* Clap. et Lach. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | .. | .. | .. |
| *Peridinium tabulatum* Erhg | X | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | X | X | X | X |

Il semble au premier abord qu'il n'y a pas de diminution sensible dans le nombre des espèces, à mesure qu'on s'élève dans la montagne, au moins pour les deux classes : Diatomœa et Phæophycæa. Cependant nous croyons que cette diminution avec les altitudes élevées doit exister.

[1] Voir la note page 512.

Digitized by Google

Nous ne l'avons pas révélée, c'est vrai ; mais la florule pélagique doit suivre, à cet égard, les mêmes modifications que la faune inférieure[1]. D'ailleurs les lacs mentionnés dans ces notes sont situés (sauf le Daubensee) à de faibles altitudes.

Ce que le tableau peut nous faire constater, c'est le cosmopolitisme des lacs situés à d'assez grandes distances les uns des autres, et placés dans des conditions diverses. Cependant, dans certains cas, ce cosmopolitisme est restreint. C'est ainsi que *Synedra delicatissima* s'est rencontrée dans le seul lac de Tanney et *Tabellaria fenestrata* dans le Blauseeli de Kandersteg et dans le lac des Chavonnes seulement. A quoi tiennent ces différences de répartition? C'est ce que, en l'état, nous ne saurions dire ; et il faut avouer que des conclusions sérieuses à cet égard ne pourront être permises que lorsque des explorations complètes des diverses nappes d'eau auront été effectuées.

Ce qui est encore plus curieux, c'est la différence qui paraît exister dans le catalogue des espèces qui peuplent des lacs rapprochés les uns des autres et placés, semble-t-il, dans les mêmes conditions physico-chimiques. Nous avons fait cette remarque au sujet du groupe : Lovenex, Looz, Tanney qui nous paraît être, parmi les lacs qui nous concernent, le plus caractéristique. En effet, deux Péridiniacées : *Ceratium hirundinella* et *Peridinium tabulatum* et un *Dinobryon* ne se trouvent que dans le lac Tanney, à l'exclusion des mares de Looz et du lac Lovenex ; et ces trois nappes d'eau possèdent, toutes les trois, *Pediastrum boryanum*. Nous pourrions en conclure que certaines espèces de la florule pélagique sont plus aptes que d'autres à être transportées sans crainte. Au fond, toutes ces espèces doivent être, à ce dernier égard, placées dans les mêmes conditions, mais quelques-unes d'entr'elles ne supportent probablement pas toujours le transport et c'est la raison pour laquelle on ne les rencontre pas dans tous les lacs ; pour laquelle elles manquent dans un ou deux, parmi une série de lacs rapprochés les uns des autres.

Cette constatation nous amène à penser que certains lacs placés dans les mêmes conditions physico-chimiques et qui sont privés de certaines espèces doivent l'être temporairement seulement. Une fois ces espèces y seront rencontrées. Il est bon de remarquer que nous ne parlons ici que des lacs que nous avons explorés le mieux possible. Il y en a d'autres

[1] F. Zschokke, Die Fauna hochgelegener Gebirgseen. Verhandl. der Naturf. Ges. in Basel, t. XI, 1895.



Digitized by Google

dans lesquels ceux qui passeront après nous trouverons ample moisson, d'autant qu'il y a des espèces que nous n'avons pas su déterminer.

Pourtant, il y a des membres de la florule pélagique qui paraissent être particuliers à certains lacs. C'est ainsi que la gracieuse *Asterionella gracillima* ne s'est jamais présentée dans mes récoltes en dehors des lacs du Jura (Joux, Brenet, Rousses) et du lac de Lowerz. Peut-être en est-il de même pour certaines plantes inférieures comme il en est pour certains animaux inférieurs dont l'existence ne peut avoir lieu que dans un grand volume d'eau et à des altitudes pas trop élevées ? Je n'insiste pas pour le moment, me réservant de revenir plus tard sur ce sujet. *Peridinium tabulatum* serait un peu dans ce cas puisqu'il n'a été trouvé, en dehors des lacs ci-dessus, que dans celui de Tanney.

Dans le cas où cette constatation se généraliserait, pourrait-on en inférer que certaines espèces pourraient servir à caractériser certaines catégories de lacs ? Cela est bien difficile à dire pour le moment. En examinant le tableau que nous avons dressé (et qui est très incomplet, il faut le bien répéter), nous voyons que les rapports les plus évidents existent entre les lacs du Jura et celui de Lowerz et que, parmi les lacs alpins, c'est Tanney qui se rapproche le plus de ceux-là. Or, des dix lacs alpins indiqués en plus de Lowerz, c'est Tanney qui a le plus considérable volume d'eau.

L'altitude seule ne devrait donc pas uniquement entrer en ligne de compte relativement à la distribution des espèces, mais la position du lac, le volume des eaux, la longueur, la largeur du lac, etc., etc., tout comme lorsqu'il s'agit des animaux inférieurs.

Il y aurait encore quelques mots à dire au sujet des migrations dans le même bassin auxquelles la florule peut être soumise. Les pêches en verticale que j'ai pratiquées dans les lacs de Tanney, des Chavonnes, de Lowerz et de Joux et Brenet, ont montré que la presque totalité des formes de la florule pélagique subit des changements dans la position que ces formes peuvent occuper dans la verticale d'un lac.

Et je ne sais rien relativement aux causes de ces variations. Ce mouvement existe pour tous les membres de la florule, je crois, mais il serait téméraire d'en déterminer les raisons. Chacun sait ce que l'on appelle les migrations du Plankton: le jour, la presque totalité des espèces descend dans la profondeur, pour ne reparaître que dans la nuit. Il y a des explications pour ce qui concerne les Entomostracés pélagiques; il n'y en a pas, que nous sachions, pour les autres représentants du Plankton. D'ailleurs ces migrations présentent tellement

Digitized by Google

d'exceptions que là encore il y aurait témérité à discuter avec les éléments que nous possédons.

On le voit, le champ des études relatives à la florule pélagique est plein de promesses. A peine a-t-on commencé à l'explorer. Il y a des travaux intéressants sur les grands lacs (Bodensee, Léman, Zurich, etc.), sur certaines régions (Plönersee, par exemple), mais pour les lacs de montagne il reste presque tout à faire.

Un point que nous voudrions encore signaler est celui qui touche à la façon dont les membres de la florule pélagique ont pu se disséminer comme ils l'ont fait.

On a mis en avant le transport par les oiseaux, comme devant être le facteur le plus important de cette dissémination (nous laissons de côté ce qui est relatif aux causes géologiques qui nous paraissent inutiles à invoquer). Nous acceptons volontiers ce mode d'extension, au moins en ce qui concerne les lacs situés dans les régions de faible altitude. Tant qu'il s'agit de distribution horizontale rien ne paraît plus naturel et des observations sérieuses faites en grand nombre, sont venues prouver l'importance des oiseaux comme agents de dispersion.

Pourtant une objection se présente pour expliquer le peuplement des lacs de hautes altitudes. Pour ceux qui sont situés sur les passages des oiseaux migrateurs, les raisons invoquées tout à l'heure subsistent dans leur entier, car les oiseaux peuvent se reposer, en traversant les Alpes ou toute autre chaîne de montagne, sur les flaques d'eau de ces régions et laisser dans ces eaux les œufs, germes, spores, qu'ils peuvent avoir attachés à leurs plumes ou à leurs pattes.

Mais il y a des dépressions contenant de l'eau situées en dehors des routes de passage des oiseaux, des lacs sur lesquels, vraisemblablement, les oiseaux ne s'arrêtent jamais. Comment se sont-ils peuplés? Nous avons pensé que les insectes aquatiques ne devaient pas être étrangers à ce peuplement et nous croyons qu'il y aurait intérêt à diriger des recherches dans ce sens, car en dehors des oiseaux, les vents nous paraissent d'une action de peu d'importance pour la dissémination des espèces aquatiques dans les hautes montagnes.

Et puis, au-dessus de tout cela, une nouvelle objection surgit encore. Ceux qui ont pratiqué des pêches pélagiques et qui ont essayé d'étudier sur le vivant le produit de celles-ci, savent combien cela est difficile. Certaines espèces meurent presque immédiatement et pour des causes que nous ne comprenons pas très bien. *Ceratium hirundinella,* par

Digitized by Google

exemple, ne supporte pas le transport; et cette espèce n'est pas la seule à cesser de vivre si rapidement. Or, pour avoir été amenée jusqu'à plus de 2000 mètres, la flore pélagique a dû subir bien des vicissitudes.

Nous croyons que là encore il y a des choses qu'il est désirable d'étudier.

Ajoutons, pour terminer, que le tableau qui est publié dans le texte de ce travail permet d'élever l'altitude à laquelle se rencontre encore *Ceratium hirundinella*, O.-F. Müller, a 2714 mètres (Daubensee) et rappelons le peu de prétentions de cet article qui n'a eu que le but d'esquisser un travail qu'il serait intéressant d'entreprendre.

Genève, mai 1897.

Digitized by Google

Digitized by Google

## VIII

# MÉLANGES

M. Briquet fait une communication sur *les concrescences et les soudures dans l'androcée des Labiées.* — La fleur passe dans cette famille pour être d'une très grande uniformité. Ceci n'est pourtant strictement vrai que pour le *diagramme.* Si on envisage la *plastique* de la fleur, on constatera une série de variations fort intéressantes qui dépassent de beaucoup, en amplitude, celles qui sont connues dans les familles voisines.

Toutes les concrescences dans l'androcée se rapportent aux Ocimoïdées. Dans cette sous-famille, la corolle est bilabiée suivant le type $^4/_1$ et les organes sexuels sont défléchis sur le labiole ou inclus dans celui-ci. Lorsque ce dernier cas se réalise, la labiole est concave ou prend la forme d'une nacelle obtuse, aiguë ou rostrée au sommet, tout à fait comparable, biologiquement, à la carène des Papilionacées. Or, tandis que les quatre étamines ont des filets libres dans la plupart des cas, les genres *Hemizygia* et *Syncolostemon* ont les deux étamines antérieures concrescentes. Chez les *Hemizygia,* la concrescence atteint à peu près la moitié de la hauteur totale des filets. Chez les *Syncolostemon*, la concrescence se poursuit presque jusqu'au sommet des filets, la partie libre n'atteignant parfois que la dixième partie de la longueur totale. Il est curieux de constater que Bentham, qui a bien décrit l'androcée des *Hemizygia* [1] ne s'est absolument pas douté de l'état des choses chez les *Syncolostemon.* Il dit en effet : « filamenta inter se libera (corollæ tubo adnata) [2] » et répète même expressément en 1876 : « Nomen Meyerianum e staminibus tubo corollæ adnatis nec inter se coalitis derivatum

[1] Bentham, in DC. *Prodr.* XII, p. 41. 1848.
[2] Bentham, l. c., p. 53.

Digitized by Google

fuit.[1]» Mais on se demande, toutes les Labiées ayant leurs étamines insérées sur la corolle, dans quel but Meyer aurait pu vouloir désigner par un nom spécial, une particularité qui n'est pas plus spéciale au genre *Syncolostemon* qu'à toutes les autres Labiées? En réalité, ce nom rend fort bien compte du fait incontestable que les deux étamines antérieures ont, dans toutes les espèces du genre, leurs filets concrescents. Chez les *S. rotundifolius* E. Mey., *S. ramulosus* E. Mey. et *S. parviflorus* E. Mey, où les organes sexuels sont inclus ou peu saillants, la concrescence n'est bien visible qu'en disséquant la corolle. Au contraire, chez les *S. densiflorus* Benth. et surtout *S. dissitiflorus* Benth., où les étamines sont exsertes, la concrescence est visible au premier coup d'œil; on aperçoit deux anthères réniformes portées chacune par un très court filet situé au sommet d'un long podium.

Chez les *Solenostemon*, les *Capitanya* et les *Englerastrum*, les quatre étamines ont leurs filets concrescents en une lame ou une gaine ouverte postérieurement sur toute sa longueur[2]. La concrescence ne dépasse pas toutefois la partie inférieure des filets et n'atteint jamais la hauteur qui a été indiquée plus haut dans le genre *Syncolostemon*.

Enfin, dans les genres *Coleus* et *Neomüllera*, les filets des quatre étamines sont concrescents en une gaine fermée. Le style au lieu de reposer simplement sur la lame adelphique, comme cela est le cas chez les *Solenostemon* par exemple, est enveloppé par l'adelphie. Ici encore, la concrescence est en général localisée dans la partie inférieure des filets; sa hauteur maximale ne dépasse guère ou rarement la moitié de la longueur totale des filets (*C. Persoonii* Benth., *C. multiflorus* Benth., *C. secundiflorus* Benth., *C. mirabilis* Briq. etc.). Souvent, la concrescence est plus marquée pour les étamines antérieures que pour les postérieures : la gaine paraît alors plus ou moins fendue à la partie postérieure[3].

[1] Bentham, in Bentham et Hooker, *Genera plantarum* II, 2 p. 1174.

[2] C'est par erreur sans doute que Bentham a dit des *Solenostemon :* « filamentis basi in vaginam decurrentem *antice* apertam, *dorso* corollæ adnatam connatis » (*Genera* p. 1175).

Digitized by Google

Si nous jetons un regard sur les familles voisines, nous constaterons sans peine que les Verbénacées, dont la fleur passe pour beaucoup plus variée que celle des Labiées, ne présentent aucun des cas de concrescence décrits ici chez les Labiées. Il en est de même pour les Globulariacées, Sélaginacées, Myoporacées, Pedalinacées, Bignoniacées etc. Ce n'est que chez les Acanthacées que l'on retrouve des concrescences analogues ; seulement dans cette famille les étamines ont des filets concrescents latéralement par paires ou soudés en une lame unique concrescente avec le dos du tube corollaire.

La grande rareté des concrescences staminales chez les Labiatiflores, permet d'attribuer à celles-ci une haute valeur systématique. Aussi avons-nous toujours distingué génériquement les groupes qui les présentent par rapport aux groupes homologues à étamines libres. Bentham a aussi adopté le même principe, sauf en ce qui concerne les *Hemizygia*, dont il a fait une simple section du genre *Ocimum*, et les *Syncolostemon* dont il a mal compris l'organisation. Quant aux genres *Neomüllera*, *Capitanya* et *Englerastrum*, ils sont fondés sur des types africains ou arabes nouveaux. On peut se rendre compte des rapports qu'ont entre eux les genres d'Ocimoïdées présentant des concrescences dans l'androcée par le tableau suivant.

A. Filets des deux étamines postérieures libres; filets des deux étamines antérieures concrescents.

*a*. Concrescence atteignant environ la moitié de la longueur des filets antérieurs. Labre calicinal à marges décurrentes. Labiole corollin plane. Style bifide au sommet. . . . . HEMIZYGIA Briq.

*b*. Concrescence dépassant considérablement la moitié de la longueur des filets antérieurs. Labre calicinal à marges non décurrentes. Labiole corollin un peu concave. Style claviforme ou à peine bilobé au sommet. SYNCOLOSTEMON E. Mey.

B. Filets des quatre étamines concrescents, au moins à la base.

Digitized by Google

*a*. Filets concrescents en lame ou en gaine ouverte postérieurement sur toute sa longueur.

α. Calice ouvert, campanulé-rotacé, à lobes arrondis, très élargi à la maturité, étalé, papyracé, veiné-réticulé. . . . . CAPITANYA Schweinf.

β. Calice à cinq dents presque égales, campanulé, à peine modifié à la maturité. Herbe débile, à spicastres dorsiventraux axillaires.

ENGLERASTRUM Briq.

γ. Calice bilabié; la dent supérieure ovée; les latérales brièvement réunies avec la supérieure, ou libres et tronquées; les deux inférieures réunies en labiole. Herbe érigée à spicastres non dorsiventraux, denses, terminaux.

SOLENOSTEMON Schum. et Thonn.

*b*. Filets concrescents à la base en une gaine fermée qui enveloppe le style.

α. Calice bilabié selon les types $^1/_4$ ou $^3/_2$, accrescent à la maturité, mais peu modifié dans sa forme. . . . . COLEUS Lour.

β. Calice en forme de capsule à la maturité, contracté à la gorge, mettant les nucules en liberté à sa base, par une déchirure irrégulière.

NEOMÜLLERA Briq.

Quant à la signification biologique des concrescences, elles exigera pour être entièrement élucidée, de nombreuses études *in situ*, difficiles à exécuter, puisque toutes les plantes qui les présentent sont tropicales ou subtropicales. Ce qui est certain, c'est que les genres à androcée adelphique doivent être considérés comme plus évolués que leurs homologues à étamines libres. Si on laisse de côté les *Hemizygia* et les *Syncolostemon*, dont la biologie florale est entièrement inconnue, on constatera sans peine que la concrescence des filets chez les *Capitanya*, *Englerastrum* et *Solenostemon* facilite le maintien de l'androcée dans le labiole corollin. Les organes sexuels sortent et rentrent en effet dans le labiole, toutes les fois qu'un insecte butineur met en mouvement cet organe, dont la base fonctionne comme une char-

Digitized by Google

nière[1]. Si les filets sont libres et que le mouvement de bascule soit énergique, il pourra arriver que l'une ou l'autre des étamines soit entièrement déplacée et que le fonctionnement de l'appareil ne soit plus régulier. Au contraire, plus la concrescence des filets sera accentuée, moins cet accident aura des chances de se produire. L'adaptation atteint son maximum de perfection chez les *Coleus* et les *Neomüllera*. Ici, non seulement l'androcée, mais encore le gynécée, se meuvent tout d'une pièce avec une grande précision. De plus, la résistance de l'adelphie staminale à la traction et à la flexion, est beaucoup plus grande, grâce à la forme de tube qu'elle affecte.

Les soudures diffèrent des concrescences, comme on sait, en ce que des organes primitivement distincts, se réunissent intimement en modifiant leurs tissus de contact qui se soudent les uns avec les autres. Ce phénomène est extrêmement rare chez les Labiées, comme d'ailleurs chez les Phanérogames en général. Nous en connaissons seulement deux cas. Le premier consiste dans la soudure des vectiaires (ou partie des connectifs à bascule qui fonctionne comme bras de levier de la puissance) dans plusieurs sections du genre *Salvia*. Nous n'insistons pas sur ce phénomène qui a été étudié avec soin par notre confrère et ami M. Correns[2] et sur lequel nous sommes revenu à plusieurs reprises[3]. Le second est relatif à la soudure des loges supérieures des deux anthères postérieures dans le genre *Synandra* Nutt. La signification biologique de la soudure chez les *Salvia* peut être considérée comme bien élucidée. La soudure des loges anthériennes chez les *Synandra* n'a fait jusqu'ici l'objet d'aucune recherche histogénique précise. Tout porte à croire que sa signification biologique est la même que chez

[1] Voy Lœw, in *Pringsheim's Jahrb*. XXIII, 1892, p. 216.

[2] Correns, Zur Biologie und Anatomie der Salvienblüthe (*Pringsheim's Jahrb*. XXII, p. 190-240, (1890).

[3] Briquet, *Labiées des Alpes maritimes*, p. 437 et suiv.; *Labiatæ* in Engler u. Prantl, *Die naturlichen Pflanzenfamilien*, IV Teil, Abt. 3 a, p. 271 (1895).

Digitized by Google

beaucoup de Gesnéracées (*Gloxinia*, *Achymenes*, *Seemannia*, *Isoloma* etc., etc.)

---

M. Briquet expose les *éléments d'une classification du genre Sphacele.* — Le genre de Labiées *Sphacele* a été décrit par Bentham en 1829 et en 1834, d'une façon détaillée [1], mais ses vraies affinités n'ont été clairement établies par cet auteur qu'en 1848 [2]. Avant Bentham, Kunth avait considéré ces espèces comme appartenant au genre *Sideritis*, opinion paradoxale qui se basait sur des analyses insuffisantes. Adanson [3] et Molina [4] qui avaient respectivement appelé certaines espèces *Alguelagum* et *Phytoxys*, noms qui ont strictement la priorité sur celui de Bentham, ne nous ont laissé aucune indication sur les affinités du genre.

Le travail publié par Bentham en 1834, débute par un conspectus qui donne une idée de la façon dont l'auteur entendait classifier les espèces du genre. Cette classification a cependant peu de valeur. Les deux divisions principales sont basées sur la grandeur des feuilles. Celles du premier groupe ont $^1/_2$ à 1 pouce de longueur; celles du second groupe ont plus de 2 pouces de longueur. Dans la subdivision de ces groupes, Bentham fait surtout usage de la forme des feuilles de la grandeur et de la coloration des feuilles, etc. Comme les espèces ne sont pas énumérées dans l'ordre du conspectus, on peut croire que l'auteur lui-même, n'attachait pas grande importance à son système. En 1848, les 18 espèces du genre sont énumérées les unes après les autres sans aucune tentative de groupement naturel.

Le nombre des espèces est monté graduellement à 23, grâce aux descriptions de Grisebach et Oerstedt, auxquelles il faut ajouter 5 formes nouvelles rapportées par M. Otto Kuntze de l'Amérique du Sud, et deux autres récoltées par Hieronymus et par Spruce, ce qui donne un total de 30 espèces connues.

[1] Bentham in Lindley, *Botanical Register* n° 1289 (1829); *Labiatarum genera et species* p. 567 (1834).

[2] Bentham in Dc, *Prodromus* XII p. 254 (1848).

[3] Adanson, *Fam. des plantes* II p. 505 (1763).

[4] Molina ap. Sprengel, *Systema* II p. 716 (1825).

Digitized by Google

Une étude morphologique plus approfondie nous a amené à la classification suivante que nous donnons sous forme de conspectus :

I. Sect. Sphacelogaster Briq. [1]. Calix maturus basi inflatus, villosus, parum membranaceus, tubo superne cylindrico constricto basin versus spectante, dentibus ovatis parallelis vel aliq. conniventibus. Cerolla parva, tubo subincluso, nectarostegio subnullo, alba. — *S. heteromorpha* Briq.

II. Sect. Sphacelocodon Briq. [2]. Calix maturus late campanulatus, ampliatus, irregulariter 10 nervius et reticulato-venosus, ore aequali intus nudo, profunde quinquedentatus, dentibus lanceolatis pulchre divergentibus subbilatiatim discretis.

1. *Macranthae* Briq. Corolla exserta, rubro-violacea vel coccinea, rarius cœrulescens; tubus calice sæpius bis vel ultra longior, intus nectarostegio annulato completo ornatus. Verticillastri multiflori

A. *Membranaceæ*. Folia membranacea, nervorum rete subtus haud prominulo.

*a. Extenuatæ*. Foliorum limbus oblongo-lanceolatus, basi rotundato-extenuatus. *S. acuminata* Griseb.

*b. Hastatæ*. Foliorum limbus ovato-deltoideus, basi hastatus. *S. Grisebachii* (O. K.) Briq. (*S. hastata* Griseb. non Gray).

B. *Rugosæ*. Folia rugosa vel bullata, nervorum rete subtus prominulo vel tomentum areolante, paginam superiorem sæpe bullante.

*a. Rosmarinifoliæ*. Folia parva oblongo-lanceolata angusta, marginibus subtus recurvis, basi angustata sessilia. *S. chilensis* (Mol.) Briq. [3]. *S. campanulata* Benth.

[1] De *Sphacele*, nom du genre, et *γαστήρ, ventre* — à cause du calice ventru.

[2] De *Sphacele*, nom du genre, et *κώδων, cloche* — à cause du calice campanulé.

[3] Nous avons appelé cette espèce *Sphacele chamædryoides* (Balb.) Briq. dans les *Natürliche Pflanzenfamilien*, IV Teil, Abt. 3a p. 291, mais nous nous sommes convaincu d'après la figure de Feuillée (*Pl. Chil.* III tab. 1) que le nom de *Rosmarinus chilensis*, employé par Molina, a la priorité sur tous les autres.

Digitized by Google

*b. Angustatæ.* Folia ovato-oblonga, basi angustata, petiolata. *S. clinopodioides* Griseb.

*c. Truncatæ.* Folia ovata vel oblonga, basi truncata, truncato-cordata vel subhastata, rarius rotundata, petiolata. *S. speciosa* St-Hil., *S. lamiifolia* Benth., *S. floribunda* Benth., *S. calicina* Benth., *S. Salviæ* (Lindl.) Briq. (*S. Lindleyi* Benth.), *S. subhastata* Benth.

§ 2. *Bifloræ* Briq. Corolla pallida, parum inflata, calicem parum excedens. Verticillastri biflori spicastra laxa dorsiventraliter disposita constituentes. *S. tomentosa* Benth.

§ 3. *Micranthæ* Briq. Corolla pallida, saepius albida vel coerulescens, calicem vix vel non excedens, tubo incluso vel subincluso, intus nectarostagio valde irregulari, incompleto vel nullo prædito. Verticillastri multiflori.

A. *Subtenuifoliæ.* Foliorum limbus membranaceus, nervorum rete subtus vix prominulo. *S. Hieronymi* Briq.

B. *Bullatae.* Foliorum limbus rugosus, nervorum rete subtus prominulo, paginam superiorem sæpius bullante et fodiente.

*a. Extenuatæ.* Folia ovata vel oblonga, basi rotundata, rotundato-extenuata vel angustata. *S. salviaefolia* Benth., *S. tenuiflora* Benth., *S. Cochabambana* Briq., *S. Kuntzeana* Briq., *S. Sprucei* Briq.

*b. Cordatæ.* Folia ovata vel ovato-oblonga, basi cordata vel rotundato-cordata. *S. Radula* Benth., *S. bullata* Benth., *S. cordifolia* Benth., *S. conferta* Benth.

*c. Hastatæ* Briq. Folia ovata vel ovato-deltoidea, basi hastata. *S. paniculata* Benth., *S. mexicana* Schauer, ? *S. alpina* Oerst [1].

[1] Nous n'avons pas encore pu nous procurer la description de cette espèce parue dans les *Kjoeben Widensk. Meddel.* ann. 1853.

Digitized by Google

III. Sect. Sphacelokysis Briq. [1]. Calix maturus ampliatus, ovato-inflatus, vel sphærico-inflatus membranaceus, reticulato-venosus, dentibus brevibus lanceolatis aliq. conniventibus sed os latum nullo modo claudientibus. Verticillastri multiflori. Corolla sectionis præcedentis § Micrantharum. *S. parviflora* Benth., *S. mutica* Benth., *S. confusa* Briq.

Cette classification devra sans doute être soumise ultérieurement à des remaniements, attendu que plusieurs espèces sont encore incomplètement connues et mal représentées dans les herbiers. Telle qu'elle est, elle permet cependant de se faire une assez bonne idée des différenciations qui se présentent à l'intérieur du genre *Sphacele*.

---

M. Briquet fait une communication *sur les caractères carpologiques du genre Heteromorpha* Cham. et Schlecht. — Chamisso et Schlechtendal ont décrit, en 1826, un singulier genre d'Ombellifères du Cap de Bonne Espérance, qui se distingue du genre *Bupleurum* non seulement par ses divisions calicinales aiguës et par son stylopode conique, mais encore par le développement inégal des côtes homologues dans les deux méricarpes du fruit [2]. Ces caractères ont été confirmés par Sonder [3]. Bentham [4] en 1867, attribue au fruit des caractères quelque peu différents, il en dit : « juga primaria prominentia, 5 calicis dentibus respondentia v. 3 tantum in alas expansa ». Cette contradition nous a engagé à refaire l'anatomie du fruit, traitée d'ailleurs d'une façon très sommaire par nos prédécesseurs, laquelle nous a amené aux résultats suivants.

[1] De *Sphacele*, nom du genre, et *κύστις*, *vessie* — allusion à la forme du calice.

[2] Chamisso et Schlechtendal, in *Linnæa* I p. 385, tab. V, fig. 2, (1826).

[3] Sonder, in Harvey et Sonder, *Flora capensis*, vol. II, p. 542 (1862).

[4] Bentham, in Bentham et Hooker, *Genera plantarum* I, p. 887 (1867).

Digitized by Google

L'analyse donnée par Chamisso et Schlechtendal est rigoureusement exacte. Les deux méricarpes ont une forme très différente. L'un possède une côte médiane développée en aile longuement saillante, des côtes latérales simples et des côtes commissurales développées en ailes. L'autre possède une côte médiane simple, des côtes latérales développées en ailes et des côtes commissurales simples. Nous n'avons pas vu d'exemples, dans nos coupes, où les 5 côtes présentaient un développement égal entre elles et entre les côtes homologues dans les deux méricarpes d'un même fruit.

L'épicarpe est constitué par un épiderme à parois extérieures un peu convexes, modérément épaissies et entièrement cuticularisées. Ce caractère persiste dans la partie extérieure de section cuneiforme des parois radiales. Ce n'est que dans la région la plus interne des parois radiales que les parois redeviennent minces et cellulosiques. En section tangentielle, les cellules épicarpiques ont une forme polygonale. La cuticule en est striée, particulièrement sur les ailes. Sous l'épicarpe se trouve une zone d'éléments plus petits, à parois légèrement collenchymateuses, qui s'écrase avec l'âge. A part cela, le mésocarpe est entièrement constitué par un parenchyme à gros éléments polyédriques, graduellement étirés tangentiellement. — L'endocarpe forme une zone régulière, constituée par une assise de cellules parallélipipédiques, à parois internes et externes plus épaisses que les radiales et subérisées.

Les bandelettes, de section elliptique, à grand axe parallèle avec la surface du fruit, sont très volumineuses et logées presque en contact avec l'endocarpe, dont elles ne sont séparées que par 1-2 étroites assises de parenchyme. Chaque méricarpe possède 6 bandelettes, dont une dans chaque vallécule et deux sur la face commissurale à droite et à gauche de la ligne commissurale.

La distribution des faisceaux libéro-ligneux, que nos prédécesseurs ne mentionnent pas, est intéressante en ceci qu'elle n'offre pas la régularité habituelle au fruit des Ombellifères et qu'elle n'est pas la même dans les côtes et dans les ailes. Dans les côtes, il existe un faisceau au sommet de

Digitized by Google

la côte et un ou deux faisceaux plus petits situés à droite et à gauche à la base de la côte. Dans les ailes, on trouve un volumineux faisceau dans la région apicale; ce faisceau est habituellement étiré dans le plan de l'aile. A la base il existe régulièrement deux faisceaux moins volumineux situés symétriquement à droite et à gauche. En outre, on constate souvent (mais pas toujours) un ou deux très petits faisceaux situés dans la région moyenne de l'aile, à mi-distance entre les précédents. Le bois des faisceaux contient seulement quelques éléments vasculaires accompagnés d'un volumineux paquet de stéréome. Le liber forme une mince bande, bordée extérieurement d'une faible couche péricyclique à peine collenchymateuse. Le parenchyme dans les ailes, entre les faisceaux, a une tendance à se sclérifier et à se lignifier, sans que ce processus aboutisse à la formation d'une lame de soutien bien caractérisée, ainsi que cela a lieu le plus souvent chez les Ombellifères à méricarpes pourvus d'expansions aliformes.

L'albumen et l'embryon ne présentent pas de caractères particuliers par rapport aux Ombellifères voisines.

En résumé, l'organisation interne du fruit dans le genre *Heteromorpha*, telle que nous venons de la décrire, assigne à ce groupe une place à part dans les Ombellifères, à côté des *Bupleurum*, *Hohenackera* et *Rhyticarpus*. L'hétéromorphisme extérieur des côtes signalé d'une façon très correcte par Chamisso et Schlechtendal, se reflète dans l'organisation interne et l'on aurait tort d'atténuer ce caractère dans la diagnose du genre.

---

*Aquariums de laboratoires*, par M. Thury. — Les aquariums ordinaires à vitres cimentées ont l'inconvénient d'être sujets à perdre de l'eau au bout d'un certain temps par suite de l'infiltration graduelle, par capillarité, d'une mince couche de liquide entre le mastic et le verre, ce qui amène fréquemment le décollement partiel du mastic. En outre, si la monture est de laiton ou de bronze, la grande différence de dilatation de ces métaux et du verre peut amener la rupture du vitrage. Si la monture est de fer, métal dont la dilatation

Digitized by Google

diffère peu de celle du verre, il devient difficile d'éviter la rouille, malgré les enduits.

Pour éviter ces inconvénients, nous avons fait construire pour le laboratoire de Botanique générale, un aquarium de 80 cm. de longueur, 40 cm. de largeur et 40 cm. de hauteur, dont la monture de laiton est assez bien travaillée pour qu'il suffise d'appliquer les glaces formant les parois, avec la simple interposition d'une bande de papier mince. De petites réglettes métalliques, modérément serrées par quelques vis, maintiennent le verre sans empêcher le jeu des dilatations.

L'emploi des glaces planes au lieu de verre à vitre permet d'observer, avec un instrument grossissant convenable, tous les objets situés dans l'intérieur de l'aquarium.

La première idée de cette construction nous est venue il y a quelques années à l'occasion d'une cuve commandée à la Société genevoise pour servir à l'expérience de Plateau, et qui devait contenir un mélange d'eau et d'alcool. On ne savait de quel mastic faire usage en vue d'un appareil tout à fait permanent. Nous conseillâmes la suppression de tout mastic ce qui réussit fort bien. Plus tard, on appliqua le même système à des cuves de beaucoup plus grandes dimensions.

---

*Note sur la périodicité de la croissance dans les racines de Jacinthe* (voy. Pl. VII), par M. Thury. — Les phénomènes de périodicité dans la croissance des racines ont été étudiés très à fond, depuis Sachs, par M. Strehl[1]. Les résultats de cet auteur peuvent être résumés dans les termes suivants: la croissance de la racine n'est pas uniforme; la courbe des vitesses s'élève pendant la nuit et s'abaisse pendant le jour; la température exerce une action relativement faible tant que ses variations ne dépassent pas quelques degrés centigrades; pour éliminer le facteur température il faut diviser l'allongement apparent ($c'$) par la température ($t$) moins un nombre $n$, plus petit

[1] Strehl, *Untersuchungen über das Längenwachstum der Wurzel und des hypokotylen Gliedes*. Leipzig. 1874.

Digitized by Google

que le plus petit $t$. La formule : $c = \frac{c'}{t - n}$ donne alors la valeur de la croissance pure et simple en fonction de la lumière.

M. Strehl a fait toutes ses expériences sur le seul *Lupinus albus*. Cette spécialisation extrême a l'avantage de rendre les expériences très comparables, mais elle offre l'inconvénient que les résultats ne peuvent guère être généralisés. Pour contribuer à cette généralisation, nous avons étudié la croissance de la racine chez une monocotylédone : la jacinthe.

La jacinthe était cultivée en carafe, en chambre. Les observations exécutées en décembre durèrent trois jours. Les lectures étaient faites au moyen d'une lunette micrométrique dont la vis donne les millièmes de millimètres. C'est le principe d'observation d'Askenasy[1], seulement nous plaçons la plante verticalement et librement dans l'eau de façon à éviter les causes d'erreurs qui proviennent de la courbure géotropique du sommet de la racine, et de la friction de celle-ci contre le verre. Voici le journal de nos observations :

| Jour | Moment du jour | Heure | Micromètre | Température |
|---|---|---|---|---|
| Mardi | soir | 9.30 | 0 | |
| | | 9.44 | 82 | |
| | | 2.0 | 722 | |
| | | 2.40 | 827 | 7°.2 |
| | matin | 7.35 | 1460 | 6°.8 |
| | | 9.30 | 1624 | 6°.8 |
| | | 10.0 | 1684 | 7°.7 |
| | | 11.48 | 1989 | 8°.4 |
| Mercredi | midi | 12.45 | 2116 | 12°.4 |
| | | 2.50 | 2436 | 11°.1 |
| | | 3.50 | 2576 | 11°.5 |
| | soir | 4.0 | 2674 | 10°.5 |
| | | 7.0 | 3266 | 11°.0 |
| | | 10.20 | 4330 | 10°.0 |
| Jeudi | matin | 8.5 | 5997 | 7°.2 |
| | | 9.0 | 6134 | 7°.3 |

[1] Askenasy, *Ueber eine neue Methode, das Wachstum der Pflanzen zu beobachten.* (*Flora*, vol. LXVI, p. 255 et suiv.)

Digitized by Google

Une comparaison rapide entre les chiffres donnés ci-dessus montre immédiatement que la croissance est beaucoup plus rapide de nuit que de jour. Cette impression prend une forme plus précise si on calcule les vitesses moyennes de croissance de jour et de nuit. On obtiendra alors les chiffres suivants :

| Croissance du jour | | Croissance de nuit | |
|---|---|---|---|
| Heures | Millimètres | Heures | Millimètres |
| 6 | 2.67 | 6 | 5.22 |
| 8 | 3.00 | 8 | 8.10 |
| 10 | 3.24 | 10 | 5.87 |
| 12 | 3.35 | 12 | 4.67 |
| 2 | 3.68 | 2 | 4.08 |
| 4 | 4.35 | 4 | 3.85 |
| 6 | 5.22 | 6 | 3.60 |
| Moyenne | 3.64 | Moyenne | 5.48 |

Toutes les données numériques fournies par les deux tableaux ci-dessus sont rendues graphiquement sur la Pl. VII. Deux points en ressortent avec une netteté très particulière. C'est d'abord le fait que le maximum et le minimum de la vitesse de croissance ne sont pas placés au milieu du jour et au milieu de la nuit. La courbe de croissance s'élève rapidement et considérablement de suite après le coucher du soleil, puis elle s'abaisse graduellement pour atteindre son minimum à l'aube ou un peu avant le lever du soleil. Pendant le matin, la courbe se relève lentement, la vitesse augmente l'après-midi pour aboutir au maximum qui suit le coucher du soleil. Il y a donc dans la croissance de la racine de la jacinthe une périodicité dans les variations de la vitesse de croissance. Cette périodicité peut être exprimée au mois de décembre par un maximum qui a lieu le soir après le coucher du soleil et un minimum qui a lieu le matin avant le lever du soleil.

Si on corrige la courbe de vitesse de croissance que nous avons donnée (tab. VII), au moyen de la formule de Sachs, le

Digitized by Google

tracé sera un peu plus régulier mais à peine modifié. Il est remarquable de constater la marche inverse de la température et de la vitesse de croissance pendant l'après-midi. Tandis que la température baisse graduellement, la vitesse de croissance augmente dans des proportions triples ou quadruples. La température joue donc un rôle extrêmement faible dans les variations journalières de la croissance des racines dans la jacinthe.

En résumé, nos recherches permettent d'étendre aux racines des monocotylédones les résultats obtenus par Sachs, Askenasy et surtout par Strehl chez les Papilionacées. Notre expérience nous permet en outre de recommander les plantes bulbeuses pour les études de ce genre, à cause de la forme géométrique du sommet de leurs racines et de l'absence des petits tubercules si génants lorsqu'on pratique des mesures en séries chez les *Lupinus*, *Phaseolus*, *Pisum* et autres Légumineuses.

---

Digitized by Google

Digitized by Google

# TABLE DES MATIÈRES

## RANGÉES PAR ORDRE D'AUTEURS

Pages

Avant-propos..... 3

BOUBIER, A.-M. Recherches anatomiqnes sur l'inflorescence des Cuphea alterniflores (Lythrariées) (avec 2 vignettes dans le texte).. 92

BRIQUET, John. Modifications produites par la lumière dans le géotropisme des stolons de Menthes..... 5

— Note sur l'anatomie comparée de l'appareil végétatif de plusieurs groupes de Gamopétales : Phrymacées, Stilboïdées, Chloanthoïdées, Myoporacées et Brunoniacées..... 7

— Cas de fasciation compliquée d'une tripartition de la fleur chez le Ranunculus bulbosus (avec une vignette)..... 10

— Etudes de biologie florale dans les Alpes occidentales (planches I, II et III)..... 16

— Note sur l'histologie des organes de végétation dans le genre Brunonia..... 81

— Note sur l'histologie des organes de végétation dans le genre Zombiana..... 88

— Verbenacearum novarum descriptiones..... 100

— Sur un hybride nouveau de la famille des Ombellifères.... 118

— Le Laboratoire de Botanique générale à l'Exposition nationale suisse, 1896..... 207

— Examen critique de la théorie phyllodique des feuilles entières chez les Ombellifères terrestres (avec 7 vignettes).... 235

— Sur la carpologie et la systématique du genre Rhyticarpus (avec 3 vignettes)..... 255

— Recherches sur les feuilles septées chez les Dicotylédones (avec 5 vignettes)..... 264

— Quelques notes d'herborisations dans le Tyrol méridional.. 280

— Les concrescences et les soudures dans l'androcée des Labiées..... 333

— Eléments d'une classification du genre Sphacele..... 338

Digitized by Google

Pages

BRIQUET, John. Sur les caractères carpologiques du genre Heteromorpha Cham. et Schlecht ..... 341
HOCHREUTINER, Georges. Contribution à l'étude des Acacias phyllodinés.. 8
— Note sur la tératologie du Narcissus radiiflorus Salisb. (avec une vignette)..... 114
— Remarques sur quelques feuilles composées monstrueuses (avec 4 vignettes)..... 296
PITARD, Eug. Quelques notes sur la florule pélagique de divers lacs des Alpes et du Jura..... 316
THURY, Marc. Turbine de laboratoire pour utiliser la force d'une chute d'eau..... 212
— Cathétomètre destiné à mesurer directement les trois coordonnées rectangulaires d'un point dans l'espace, pour recherches de précision sur la croissance..... 213
— Appareil général de rotation pour les expériences sur le géotropisme et l'héliotropisme (avec une planche dans le texte et une vignette)..... 227
— Observations sur la morphologie et l'organogénie florales des Passiflores (avec les planches V et VI)..... 306
— Aquariums de laboratoires..... 343
— Note sur la périodicité de la croissance dans les racines de Jacinthe (avec la planche VII)..... 344
TSWETT, Michel. Sur l'emploi des permanganates dans la microtechnique. 13
— Etudes de physiologie cellulaire. — Contributions à la connaissance des mouvements du protoplasme, des membranes plasmiques et des chloroplastes (avec la planche IV)..... 126
— Description d'un idiomètre, pour l'étude de la transpiration végétale..... 210

Digitized by Google

# TABLE DES MATIÈRES

## RANGÉES D'APRÉS LA NATURE DES SUJETS TRAITÉS

### Anatomie, Histologie et Cytologie.

Pages

BOUBIER, A.-M. Recherches anatomiques sur l'inflorescence des Cuphea alterniflores (Lythrariées) (avec 2 vignettes dans le texte).. 92

BRIQUET, John. Note sur l'anatomie comparée de l'appareil végétatif de plusieurs groupes de Gamopétales : Phrymacées, Stilboïdées Chloanthoïdées, Myoporacées et Brunoniacées..... 7

— Note sur l'histologie des organes de végétation dans le genre Brunonia..... 81

— Note sur l'histologie des organes de végétation dans le genre Zombiana..... 88

— Examen critique de la théorie phyllodique des feuilles entières chez les Ombellifères terrestres (avec 7 vignettes) ... 235

— Sur la carpologie et la systématique du genre Rhyticarpus (avec 3 vignettes)..... 255

— Recherches sur les feuilles septées chez les Dicotylédones (avec 5 vignettes)..... 264

— Sur les caractères carpologiques du genre Heteromorpha Cham. et Schlecht..... 341

HOCHREUTINER, Georges. Contribution à l'étude des Acacias phyllodinés.. 8

TSWETT, M. Etudes de physiologie cellulaire (pl. IV)..... 126

### Morphologie et organogénie.

BOUBIER, A.-M. Recherches anatomiques sur l'inflorescence des Cuphea alterniflores..... 92

BRIQUET, John. Études de biologie florale dans les Alpes occidentales (planches I, II et III)..... 16

— Examen critique de la théorie phyllodique des feuilles entières chez les Ombellifères terrestres (avec 7 vignettes).... 235

— Recherches sur les feuilles septées chez les Dicotylédones (avec 5 vignettes)..... 264

Digitized by Google

Pages

BRIQUET, John. Les concrescences et les soudures dans l'androcée des Labiées..... 333
THURY, Marc. Observations sur la morphologie et l'organogénie florales
— des Passiflores (avec les planches V et VI)..... 306

## Oecologie (Biologie).

BRIQUET, John. Etudes de biologie florale dans les Alpes occidentales.... 16
— Les concrescences et les soudures dans l'androcée des Labiées..... 333
PITARD, Eug. Quelques notes sur la florule pélagique de divers lacs des Alpes et du Jura..... 316

## Physiologie.

BRIQUET, John. Modifications produites par la lumière dans le géotropisme des stolons de Menthes ..... 5
— Recherches physiologiques sur l'irritabilité des étamines chez les Hélianthèmes..... 30
— Considérations physiologiques sur les feuilles septées..... 277
THURY, Marc. Notes sur la périodicité de la croissance dans les racines de Jacinthe (pl. VII)..... 344
TSWETT, Michel. Études de physiologie cellulaire. — Contributions à la connaissance des mouvements du protoplasme, des membranes plasmiques et des chloroplastes (pl. IV)..... 126

## Systématique, floristique et géographie botanique.

BRIQUET, John. Verbenacearum novarum descriptiones..... 100
— Sur un hybride nouveau de la famille des Ombellifères.... 118
— Sur la carpologie et la systématique du genre Rhyticarpus.. 255
— Quelques notes d'herborisations dans le Tyrol méridional.. 280
— Éléments d'une classification du genre Sphacele..... 338
PITARD, Eug. Quelques notes sur la florule pélagique de divers lacs des Alpes et du Jura..... 316

## Technique et méthodes d'enseignement.

BRIQUET, John. Le Laboratoire de Botanique générale à l'Exposition nationale suisse 1896..... 207
Idiomètre, par M. TSWETT..... 210

Digitized by Google

Pages

Antitypiomètre, par J. Briquet ..... 211
Turbine de laboratoire, par M. Thury ..... 212
Cathétomètre pour l'étude de la croissance, par M. Thury.. 213
Loupes montées ..... 214
Modèles de parcours de faisceaux ..... 217
Procédés de reproduction des dessins botaniques ..... 219

Thury, Marc. Appareil général de rotation pour les expériences sur le géotropisme et l'héliotropisme (1 pl. dans le texte et 1 vignette) ..... 227
— Aquariums de laboratoires ..... 343

Tswett, Michel. Sur l'emploi des permanganates dans la microtechnique. 13
— Études de physiologie cellulaire ..... 126

## Tératologie.

Briquet, John. Cas de fasciation compliquée d'une tripartition de la fleur chez le Ranunculus bulbosus (avec 1 vignette) ..... 10

Hochreutiner, G. Note sur la tératologie du Narcissus radiiflorus Salisb. (avec 1 vignette) ..... 114
— Remarques sur quelques feuilles monstrueuses (avec 4 vignettes) ..... 296

## Historique du Laboratoire.

Briquet, John. Avant-propos ..... 3
— Le Laboratoire de botanique générale à l'Exposition nationale suisse 1896 ; historique ..... 222

Digitized by Google

Digitized by Google

# LIGNEYDE DE LA PLAYCHE ZIZ (1)

## PISSEFLORA CLADRAZYZLAVIS

1. Vue d'ensemble d'une fleur. — S. sépales. — P. pétales. — A. étamines d'azalée.

2. La fleur [illegible] — Sa. bractée antérieure. — Pa. bract. des latérales. — Sa. sépales antérieurs. — Sl. sépales latéraux. — Sp. sépale postérieur. — Pa. pétales antérieurs. — Pl. pétales latéraux. — Pa. pétale antérieur.

3. Ablation de deux sépales s et d'un pétale p pour montrer le mode d'insertion de ces pièces et la base des étamines du premier rang (Sl).

4. Étamines de verticille n° 6 (a) et du verticille n° 7 (s).

5. Coupe du verticille n° 8 montrant un lord légèrement ondulé (a) et des étamines rudimentaires (s).

6. Section longitudinale d'ensemble passant parallèlement à l'axe du gynoecium. — A. bractéoles. — Pa. pétoncule. — R. placenta de la coupe réceptaculaire. — O. gynoecium. — Les verticilles d'étamines, l'androcée et le gynoecium conformément au texte.

7. Section longitudinale d'un ovule anatrope.

Digitized by Google

## LÉGENDE DE LA PLANCHE XIX (V)

### *PASSIFLORA QUADRANGULARIS*

1. Vue d'ensemble d'une fleur. — *S*, sépales. — *P*, pétales. — *St*, cercles extérieurs d'axidies.

2. La même fleur vue par dessous. — *Ba*, bractée antérieure. — *Bl*, bractéoles latérales. — *Sa*, sépales antérieurs. — *Sl*, sépales latéraux. — *Sp*, sépale postérieur. — *Pp*, pétales postérieurs. — *pl*, pétales latéraux. — *Pa*, pétale antérieur.

3. Ablation de deux sépales *m* et d'un pétale *p* pour montrer le mode d'insertion de ces pièces et la base des axidies du premier rang *(St)*.

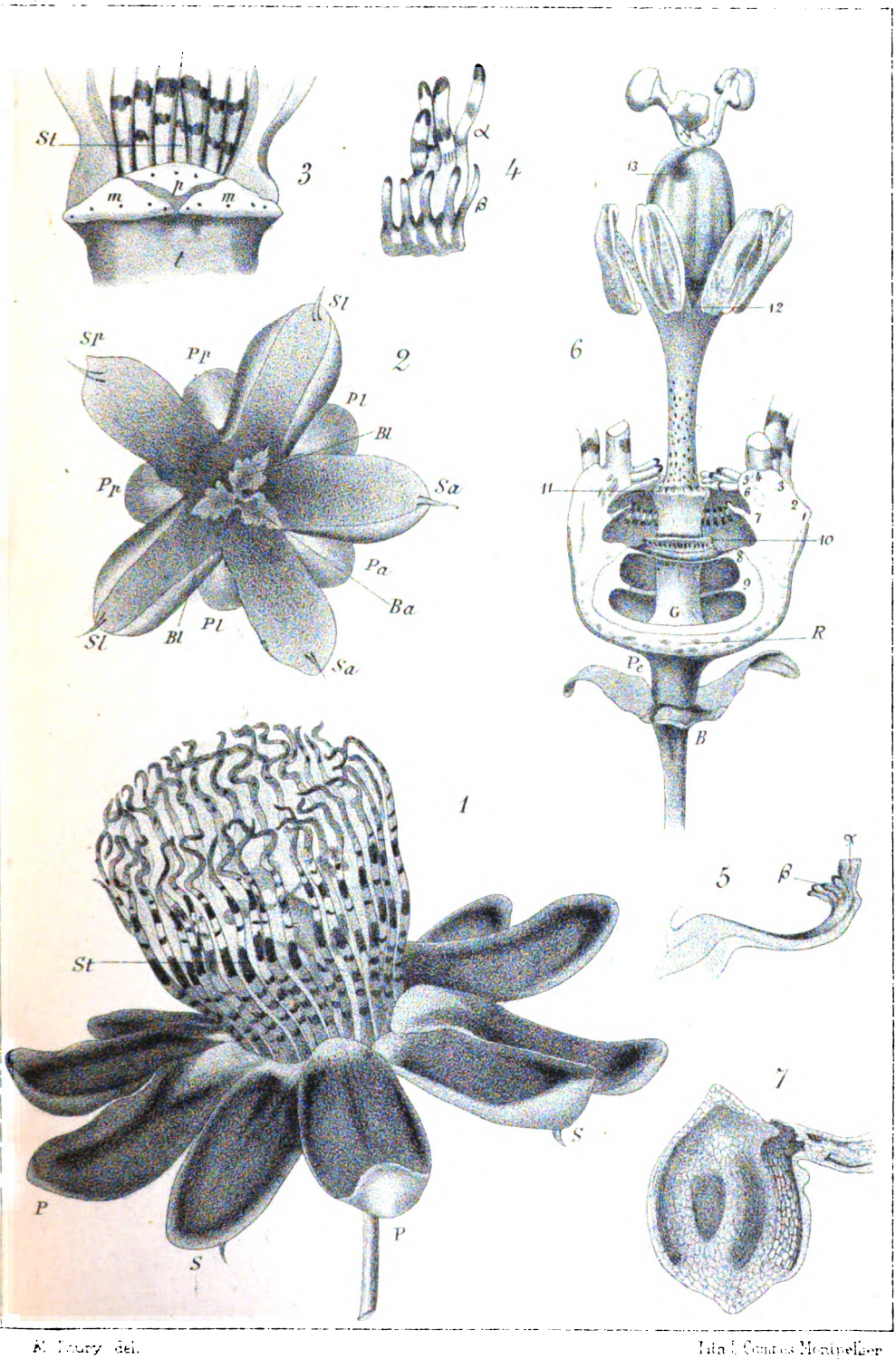
4. Axidies du verticille n° 6 (α) et du verticille n° 7 (β).

5. Coupe du verticille n° 8 montrant un bord légèrement ondulé (α) et des axidies rudimentaires (β).

6. Section longitudinale d'ensemble passant parallèlement à l'axe du gynostème. — *B*, bractéoles. — *Pe*, pédoncule. — *R*, plancher de la coupe réceptaculaire. — *G*, gynostème. — Les verticilles d'axidies, l'androcée et le gynécée sont numérotés conformément au texte.

7. Section longitudinale d'un ovule anatrope.

Digitized by Google




M. Faury del.

Lith. J. Comtes Montpellier

Bull du Lab. de Bot. gén. de Genève Vol. I, tab V.

FLEUR DES PASSIFLORES

Digitized by Google

Digitized by Google

# LÉGENDE DE LA PLANCHE XX (VI)

## PASSIFLORA QUADRANGULARIS

1. Inflorescence partielle très jeune, pour montrer les rapports des différentes pièces. — F. cicatrice de la feuille axillante. — S. S. cicatrices des stipules. — V. base de la vrille. — $P^1$. bouton latéro-postérieur gauche. — $P^2$. bouton latéro-postérieur droit.

2. Feuille axillaire peu de temps après sa naissance. — L. limbe. — SS. stipules.

3. Stade plus avancé, le limbe L et les stipules latérales W sont repoussées avec l'aiguille. — En x le primordium de la vrille.

4. Genèse du bouton latéro-postérieur gauche. — L. limbe. — W. stipules. — V. primordium de la vrille. — w. primordium du bouton latéro-postérieur gauche.

5. Genèse du bouton latéro-postérieur droit. — L. limbe. — W. stipules. — V. primordium de la vrille. — w. primordium du bouton latéro-postérieur gauche. — w. primordium du bouton latéro-antérieur droit.

6. Naissance des bractées autour du primordium latéro-postérieur gauche. — x. primordium floral. — a. bractée antérieure. — b. c. bractéoles latérales.

7. Genèse du calice; les numéros correspondent à l'ordre d'apparition des pièces.

8. Genèse de la corolle. — S. sépales. — p. primordiums corollins. — x. surface phyllogénique.

9. Naissance des étamines. — S. sépales avec leurs apophyses a. — p. primordiums corollins. — x. primordiums staminaux. — x. surface phyllogénique qui doit donner naissance au gynécée (g).

10. Apparition du gynécée sous la forme d'un bourrelet ovarien avec nombril central (d). En e les jeunes étamines.

11. Formation de 3 lobes au sommet du mamelon ovarien, en d le nombril central. Vue prise d'en haut et de côté.

12. Diagramme indiquant les distances qui séparent les verticilles, mesurées sur l'axe, et la longueur relative des pièces qui les composent. Les numéros d'ordre correspondent au texte. Les formations discoïdales réunies sous la lettre $P^1$ sont situées sur les parois extérieures de la coupe réceptaculaire; celles groupées sous la lettre $P^2$ sont situées contre le gynostème.

Digitized by Google

## LÉGENDE DE LA PLANCHE XX (VI)

### *PASSIFLORA QUADRANGULARIS*

1. Inflorescence partielle très jeune, pour montrer les rapports des différentes pièces. — *F*, cicatrice de la feuille axillante. — *S*, *S*, cicatrices des stipules. — *V*, base de la vrille. — $P^1$, bouton latéro-postérieur gauche. — $P^2$, bouton latéro-postérieur droit.

2. Feuille axillaire peu de temps après sa naissance. — *L*, limbe. — *SS*, stipules.

3. Stade plus avancé, le limbe *L* et les stipules latérales *ll* sont repoussées avec l'aiguille. — En $\alpha$ le primordium de la vrille.

4. Genèse du bouton latéro-postérieur gauche. — *L*, limbe. — *ll*, stipules. — *V*, primordium de la vrille. — *m*, primordium du bouton latéro-postérieur gauche.

5. Genèse du bouton latéro-postérieur droit. — *L*, limbe. — *ll*, stipules. — *V*, primordium de la vrille. — *m*, primordium du bouton latéro-postérieur gauche. — *n*, primordium du bouton latéro-antérieur droit.

6. Naissance des bractées autour du primordium latéro-postérieur gauche. — $\alpha$, primordium floral. — *a*, bractée antérieure. — *b*, *c*, bractioles latérales.

7. Genèse du calice ; les numéros correspondent à l'ordre d'apparition des pièces.

8. Genèse de la corolle. — *S*, sépales. — *p*, primordiums corollins. — $\alpha$, surface phyllogénique.

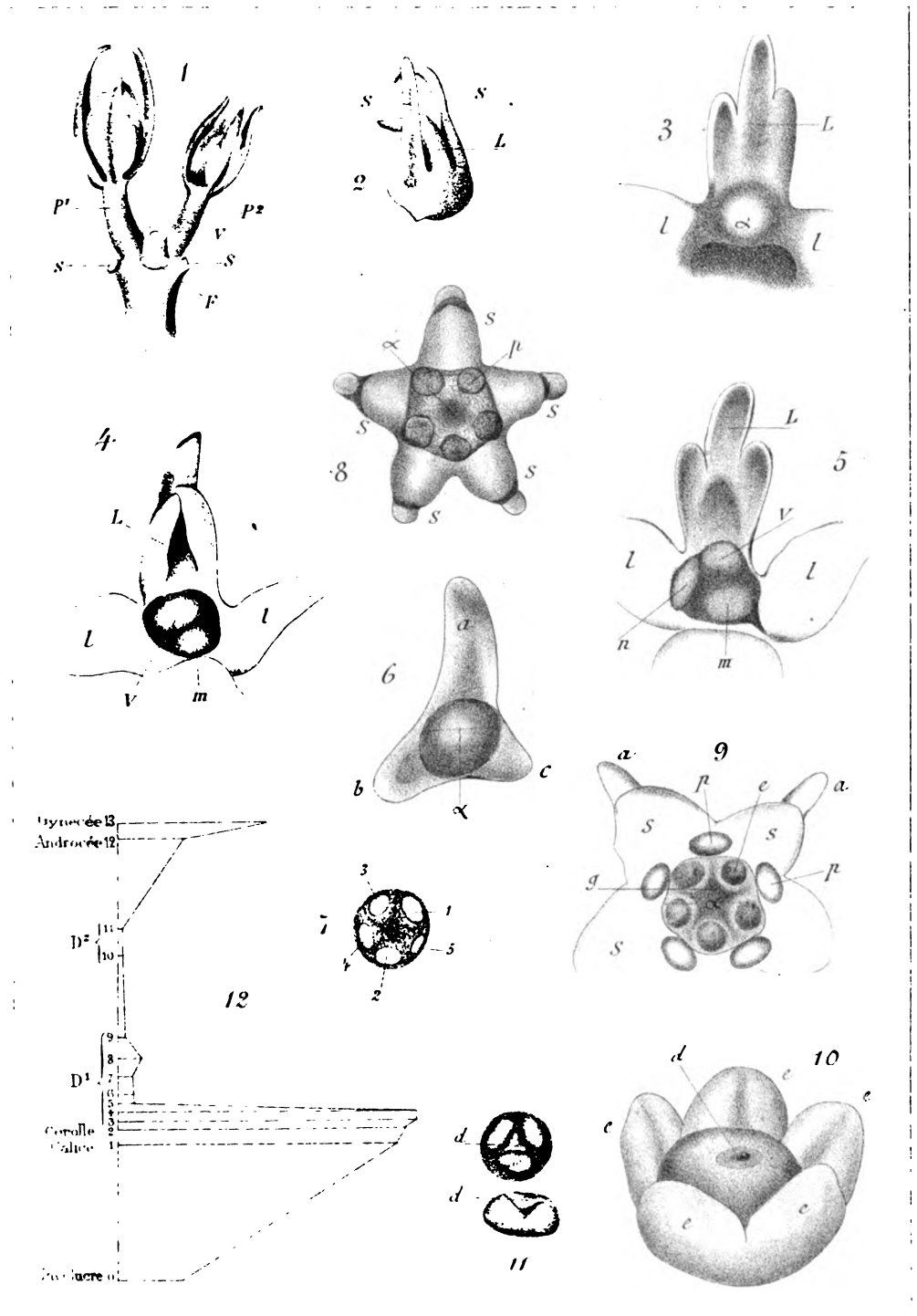
9. Naissance des étamines. — *S*, sépales avec leurs apophyses *a*. — *p*, primordiums corollins. — *e*, primordiums staminaux. — $\alpha$, surface phyllogénique qui doit donner naissance au gynécée *(g)*.

10. Apparition du gynécée sous la forme d'un bourrelet ovarien avec nombril central *(d)*. En *e* les jeunes étamines.

11. Formation de 3 lobes au sommet du mamelon ovarien, en *d* le nombril central. Vue prise d'en haut et de côté.

12. Diagramme indiquant les distances qui séparent les verticilles, mesurées sur l'axe, et la longueur relative des pièces qui les composent. Les numéros d'ordre correspondent au texte. Les formations discoïdales réunies sous la lettre $D^1$ sont situées sur les parois extérieures de la coupe réceptaculaire ; celles groupées sous la lettre $D^2$ sont situées contre le gynostème.

Digitized by Google




M. Thury del.

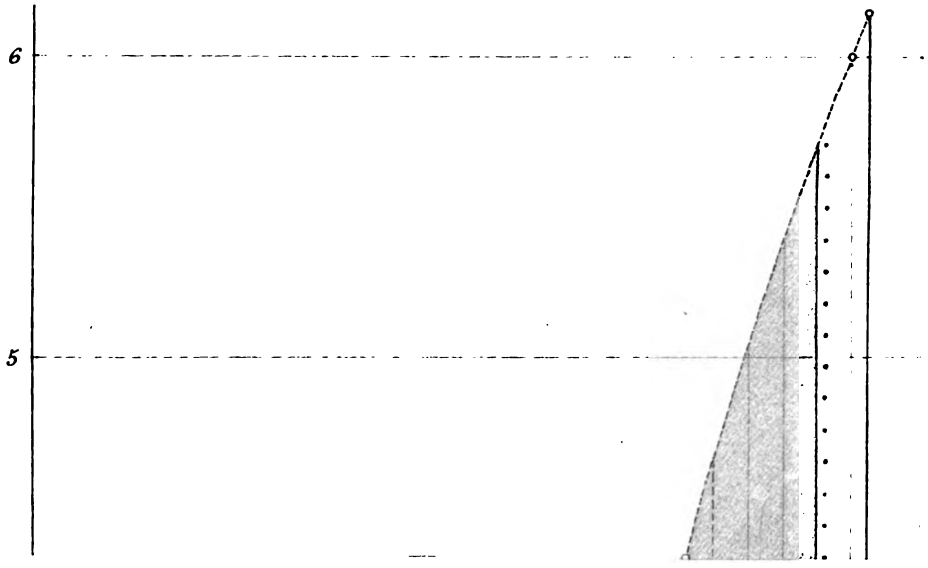
Lith. Coulet Montpellier

Bull. du Lab. de Bot. gén. Genève Vol. I, tab. VI.

FLEUR DES PASSIFLORES

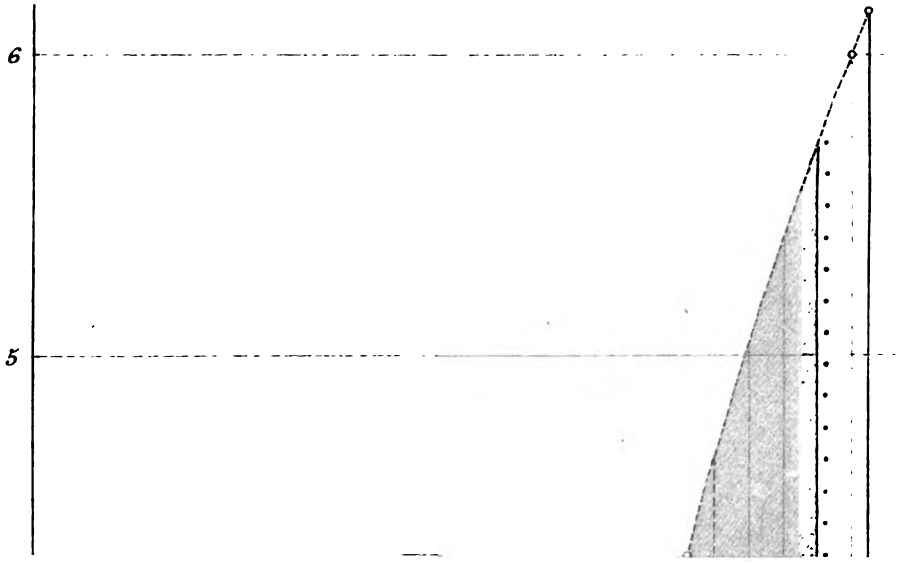
Digitized by Google

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

*

Digitized by Google

Digitized by Google

# BULLETIN

DU

# LABORATOIRE

DE

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

DE

# L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

PUBLIÉ PAR

**M. THURY**
*Professeur*

**J. BRIQUET**
*Privat-docent*

*de botanique à l'Université.*

---

## VOLUME II.

SOMMAIRE :

M. Houston Stewart Chamberlain. Recherches sur la sève ascendante, avec 7 graphiques et 3 vignettes dans le texte.

NEUCHATEL

IMPRIMERIE ATTINGER FRÈRES

Février 1897.

Digitized by Google

Le contenu de ce volume est entièrement original. La rédaction du *Bulletin du Laboratoire de Botanique générale* intercale avec plaisir dans son recueil un travail expérimental de valeur, exécuté avec tout le soin voulu, sous l'inspiration de M. le prof. Thury en 1882 et 1883 et dont la dédicace a été acceptée par l'Université de Genève. Elle entend cependant laisser à l'auteur toute la responsabilité de son travail, tant pour le fond que pour la forme, sur laquelle elle aurait quelques réserves à apporter.

Digitized by Google

HOUSTON STEWART CHAMBERLAIN

# RECHERCHES

SUR

# LA SÈVE ASCENDANTE

(OUVRAGE DÉDIÉ A L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE)

On n'est pas seulement utile à la science par ce que l'on achève, on peut l'être aussi par ce que l'on commence.

*Geoffroy Saint-Hilaire.*

Digitized by Google

Digitized by Google

Botany - Gen. Lib.
Schmidt
7-17-42
45883

# PRÉFACE

L'Université de Genève m'a fait le grand honneur d'accepter la dédicace de cet ouvrage. Je lui présente ici mes plus sincères et respectueux remerciements.

De son côté, M. le professeur Julius Wiesner, l'illustre physiologiste, qui a bien voulu parcourir les bonnes feuilles du volume, m'a adressé à ce propos une longue lettre fort élogieuse. Je ne me crois pas le droit de la publier intégralement. On m'excusera peut-être cependant d'en citer quelques phrases. Mon nom étant tout-à-fait inconnu dans le domaine de la science, il me semble que j'ai besoin de ces hautes références pour inspirer quelque confiance à mes lecteurs.

M. Wiesner me dit : « Les observations que vous avez recueillies sur la marche de la sève ascendante sont les plus exactes qui aient jamais été faites. La méthode que vous employez pour calculer la quantité de sève est beaucoup plus précise que celle de vos nombreux prédécesseurs, et votre œil a été si attentif aux conditions extérieures de la végétation que vos expériences ne laissent rien à désirer. Il nous reste, dans l'intérêt de la physiologie des plantes, à faire un unique souhait : c'est que vous puissiez continuer les recherches que vous avez commencées et que vous avez déjà menées si loin avec tant d'habileté, de pénétration et d'exactitude; et qu'en les continuant, vous puissiez parvenir à approfondir la théorie. »

Ces derniers mots sont un éloge et en même temps une critique. J'ai constaté des faits; je n'ai pas donné de théorie.

Digitized by Google

A la fin de sa lettre, M. Wiesner écrit : « Ce qui m'a surtout charmé dans la lecture de votre ouvrage, c'est la clairvoyance avec laquelle, en partant de menus faits examinés à la lumière de la critique, vous pénétrez ensuite jusqu'aux grands problèmes de la science, que vous discutez philosophiquement, en les éclairant d'un nouveau jour. Vous devinez de suite que je fais ici allusion à la façon dont vous traitez la question de la *vitalité.* »

L'honneur que me fait l'Université de Genève, et la haute approbation d'un des plus éminents botanistes qui aient jamais vécu, ne me laissent malgré tout aucune illusion sur la portée modeste d'un travail tel que celui-ci. J'espère toutefois que cela suffira pour attirer la bienveillante attention des savants sur mes recherches. *Parvum parva decent.*

Vienne, janvier 1897.

H. S. C.

---

Digitized by Google

# INTRODUCTION

Cette introduction est surtout une apologie. N'étant pas botaniste de profession, je dois évidemment des excuses au monde savant si je me permets de me présenter à lui avec un mémoire technique ; d'un autre côté, je ne voudrais pas qu'on prît mes recherches pour du dilettantisme. Deux mots d'explication sont donc nécessaires.

Les expériences qui forment le sujet de cette publication ont été faites en 1882 et 1883. J'étais, à cette époque, étudiant à l'Université de Genève. En 1881 j'y avais obtenu le grade de bachelier-ès-sciences physiques et naturelles ; mes recherches sur la force des racines devaient servir à une thèse pour le doctorat-ès-sciences naturelles.

C'est sous la direction de MM. les professeurs Marc Thury et Jean Müller que j'ai fait mes études botaniques à Genève, où j'ai en outre pu profiter des bienveillants conseils de MM. Alphonse de Candolle et Edmond Boissier. Parmi mes autres maîtres, je mentionnerai surtout M. le professeur Græbe, directeur du laboratoire de chimie, où j'ai travaillé longtemps, et M. le professeur Carl Vogt, dont j'ai suivi les cours sur la zoologie, l'anatomie comparée, la paléontologie et l'anthropologie, ainsi que l'enseignement pratique au laboratoire de zoologie. A l'école de médecine j'ai entendu les cours d'anatomie normale par M. le professeur Laskowski, et de physiologie par M. le professeur Schiff. Je me destinais à la carrière scientifique ; dès le début mon choix s'était porté sur la physiologie des végétaux. Mon penchant pour la chimie m'avait donné le désir de choisir pour ma thèse de doctorat une question de phytochimie ; M. Græbe m'y encouragea ; mais un commen-



Digitized by Google

cement de maladie me força d'y renoncer. C'est alors que M. Thury me proposa d'entreprendre des recherches sur la sève ascendante. Pour être mieux à même de me consacrer toute la journée à ces recherches, j'improvisai un laboratoire chez moi ; mais M. Thury n'en continua pas moins à me donner des conseils, ce que je tiens à constater dès l'abord, car si je ne saurais lui imposer la moindre responsabilité pour tout ce qui est défectueux dans mon travail, je ne saurais ni ne voudrais contester que les quelques mérites qu'il peut posséder sont, en grande partie, dus à sa collaboration. On voit donc que ces recherches ont été entreprises dans des conditions qui en garantissent l'esprit strictement scientifique, et par un homme possédant les connaissances techniques indispensables.

Au beau milieu de mes travaux je tombai malade. Pendant plusieurs années je fus incapable de tout travail suivi. Lorsque ma santé se fut un peu raffermie, je tentai de reprendre le fil de mes recherches physiologiques et je me préparai avec ardeur à subir l'examen du doctorat. Mais à deux reprises mes efforts pour terminer le travail ébauché et pour conquérir le grade que j'ambitionnais conduisirent à de douloureuses rechutes. Mon enthousiasme pour les sciences naturelles n'avait pas diminué, rien ne pourra jamais l'amoindrir ; mais les études de ce genre semblent avoir sur mon système nerveux une influence spéciale et délétère. Force me fut de me résigner. L'étude de la philosophie, de l'art, de l'histoire, qui avait auparavant servi à ma récréation, devint dorénavant mon occupation principale ; contre mon gré je me trouvais, pour ne pas vivre inutile, transformé en littérateur, et mes modestes succès comme tel suffirent à m'apporter de divers côtés tant de travail que c'est à peine si aujourd'hui mes forces peuvent y suffire. J'ai donc cessé d'être botaniste, et cela aussi, je tiens à le déclarer nettement dès la première page, car ce fait a eu beaucoup d'influence sur cet ouvrage. Mes expériences sont de 1882 et 1883, mais la rédaction tout entière du texte est de cette année 1896. Or, je n'ai pas voulu singer le langage et la façon d'exposer les faits d'un homme du métier ; ce que j'avais à dire, je l'ai dit à ma façon. Chaque profession a son jargon ; la science a le sien ; je ne sais plus m'en servir. Mais je me rends fort bien compte que cela donne à ma dissertation une allure qui pourrait au premier abord déconcerter les savants ; voilà pourquoi je me permets de les prévenir, tout en réclamant leur indulgence.

Digitized by Google

Pour que mon apologie soit complète, il me faut mentionner le nom de l'illustre botaniste, M. le professeur J. Wiesner, directeur de l'institut physiologique à l'université de Vienne. Ce serait me faire trop d'honneur que de m'appeler son élève ; cependant j'ai eu le privilége de suivre son enseignement et de recevoir de sa bouche des encouragements et des conseils. Je ne crois pas que j'eusse eu le courage de préparer cette publication, s'il ne m'y eût engagé. Non pas que je désire me retrancher derrière un nom qui fait, à si juste titre, autorité ; je n'ai connu M. Wiesner que longtemps après avoir dû abandonner mes expériences physiologiques; mais je ne pense pas qu'il soit possible d'approcher un pareil homme sans en ressentir une influence, influence qui doit se retrouver dans l'ensemble de mon travail. C'est à lui que je dois en outre la connaissance à peu près complète de la littérature contemporaine sur les mouvements de la sève; je ne la connaissais que jusqu'à 1884 environ ; il m'a signalé les principaux écrits parus depuis et il les a mis à ma disposition. Je ne voudrais point me targuer de cette bonté, mais je suis sûr qu'aucune apologie ne saurait dire plus en ma faveur.

Il me reste à ajouter un mot sur les principes qui m'ont guidé en rédigeant ce mémoire.

La partie essentielle de mon travail, ce sont indubitablement mes expériences. Mais j'ai dû faire un choix. Ainsi que je viens de le raconter, mes recherches ont été soudainement et inopinément interrompues ; plusieurs séries d'expériences n'avaient pas encore pris forme [1], aucune n'était terminée. J'ai donc décidé de ne prendre dans mon journal de laboratoire que les expériences qui ont trait d'une façon ou d'une autre à la question centrale : *quels sont les rapports entre la poussée de la sève ascendante (dans une plante décapitée) et la résistance que cette sève rencontre ?* Cette question est celle qui m'avait le plus occupé. Toutefois, en bien étudiant les résultats de mes expériences, j'ai vu que beaucoup de celles qui n'avaient point été faites avec des manomètres ne servaient pas moins à élucider d'une façon ou d'une autre quelque point se rapportant à cette question centrale ; je les ai donc publiées ; mais la personne qui ne fait que feuilleter mes tables d'expériences ne s'apercevra pas immédiate-

[1] Voir par exemple l'analyse des exp. 41 et 42.

Digitized by Google

ment de cette unité d'intention. L'unité n'est pas dans cet opuscule une uniformité de méthode, mais l'unité d'une idée dominante et directrice. Celui qui parcourt l'ouvrage entier s'en apercevra, je l'espère.

La description des expériences et les tables des expériences (les chapitres II et III), ce sont mes pièces justificatives. Mais je n'attache pas moins d'importance aux chapitres IV et V, à l'analyse raisonnée des expériences et au résumé des principaux résultats de cette analyse, car pour voir ce qu'un expérimentateur a vu et comprendre ce qu'il a pensé, il faut commencer par regarder les phénomènes à travers ses yeux, libre de rejeter son interprétation après qu'on l'aura comprise. C'est pour affirmer cette façon individuelle de voir, que j'ai commencé par un *Aperçu historique :* parler des autres est le plus sûr moyen de dire qui on est soi-même.

Par contre on ne voudra pas, je l'espère, me faire un reproche de ce que je me sois renfermé dans les étroites limites de ma compétence. J'ai dit sans réticence ce que j'ai vu et, pour m'expliquer clairement, j'ai quelquefois fait entrevoir la direction que suivait ma pensée au delà du domaine de l'observation. Mais je me suis défendu par principe d'aborder les hypothèses générales, c'est-à-dire de chercher l'explication théorique des faits que j'ai observés, et à les rattacher à l'ensemble des faits connus sur les mouvements de la sève dans la plante. J'admets qu'aucune œuvre scientifique ne peut être qualifiée de premier ordre si elle ne donne pas, outre les faits que l'auteur a observés, les idées que ces faits lui ont suggérées ; la science sans philosophie est un simple bureau d'enregistrement. Mais ici j'ai dû me limiter : premièrement, parce que mes recherches ne sont qu'un fragment et, ensuite, parce que j'aurais risqué de tomber dans le dilettantisme.

Cependant, si on veut de la théorie, j'en donnerai ; je la donnerai ici, tout de suite, dans l'introduction.

J'affirme qu'il ressort avec évidence de mes expériences que le soulèvement de la sève de bas en haut, qu'on est convenu de nommer « la force des racines » (quoiqu'il soit fort possible que le siège de cette force ne se trouve pas uniquement dans les racines), EST UN PHÉNOMÈNE VITAL, et que ce phénomène vital est d'une importance permanente dans les mouvements de la sève.

On sait que la tendance de l'école à la mode est de nier la vie.

Digitized by Google

Strasburger enseigne que « le mouvement de la sève est un phénomène physique, non pas vital[1] » et il désigne comme principal résultat de ses recherches que « de tuer la plante ne change rien au fonctionnement des conduits de la sève[2]. » On n'expérimente presque plus aujourd'hui sur les mouvements de la sève sans avoir préablement « bouilli » les racines, ou injecté la plante entière d'acide picrique ou autre poison. Les résultats de ces méthodes sont fort intéressants. Les recherches de Strasburger surtout forment une prodigieuse accumulation de faits ; et quant à ses théories, ceux qui ont suivi la carrière de l'éminent botaniste savent qu'il en change comme on change de chemise, ils ne s'y arrêtent donc pas outre mesure. Quand on est le merveilleux observateur qu'est M. Strasburger, on a bien le droit de traiter les questions théoriques par-dessous la jambe. Mais la tendance philosophique des conceptions anti-vitalistes qui flottent dans l'air, et auxquelles M. Strasburger ne fait qu'obéir, ne m'en semble pas moins déplorable, parce qu'elle est foncièrement fausse. M. Strasburger prétend que « l'explication vitale tourne les difficultés, calme les préoccupations et parvient ainsi à nous séduire[3] ; » à quoi il faut objecter que la vie n'est ni une explication, ni une théorie, mais un fait. Il est instructif de savoir que la sève monte dans un tronc bouilli, comme il est instructif de savoir qu'une grenouille morte se met à sauter sous l'influence d'excitations électriques ; mais il est peut-être un peu naïf de conclure de ce qui se passe dans le corps mort à ce qui se passe dans le corps vivant. « La vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort », dit Bichat. Ce n'est que pour satisfaire à des préoccupations religieuses que Descartes avait imaginé sa monstrueuse théorie de l'automatisme ; elle ne niait au moins pas la vie; M. Strasburger me semble reprendre cette conception et la pousser à l'absurde, seulement l'immobilité relative et la vie végétative de la plante font que le paradoxe frappe moins. Je serais curieux d'apprendre comment ceux qui nient la vie expliqueront le fait que la sève ascendante s'*accommode* à différentes résistances et que la même quantité est soulevée sous des pressions négatives et positives ; ou bien encore que quelquefois l'effort est supérieur lorsque la résistance augmente !

[1] *Leitungsbahnen* (1891), p. 539.
[2] *Ueber das Saftsteigen* (1893), p. 1.
[3] *Leitungsbahnen*, p. 539.

Digitized by Google

Je crains bien que certaines idées qui ont cours dans la science actuelle ne soient beaucoup moins « empiriques » et beaucoup plus philosophiques que leurs auteurs ne le soupçonnent. Il y a au fond une préoccupation de dogmatisme matérialiste contre laquelle on ne saurait réagir avec trop d'énergie. Les anciens parlaient de l'*âme* des plantes [1], et nos ancêtres, tant Germains que Slaves, y croyaient si bien que l'homme qui abattait un arbre ou qui le décortiquait était puni de mort [2]. Peut-être bien étaient-ils plus près du vrai que ceux qui s'imaginent que n'importe quel phénomène des végétaux n'est pas lié à la vie. — Et après tout, qu'est-ce que c'est que cette « force vitale » qu'enseignaient les plus illustres fondateurs de la science botanique, et dont on a aujourd'hui la prétention de nous faire un croquemitaine? Car si je n'ai mentionné que Strasburger, c'est que lui s'est occupé spécialement du mouvement de la sève ; mais la même tendance domine presque partout. M. Sachs, par exemple, dans son *Histoire de la botanique,* qui à certains égards fait autorité, n'a pas assez de mépris pour tous ceux qui ont jamais laissé échapper de leur plume cette expression de « force vitale ». Il est surtout sévère pour Augustin-Pyrame de Candolle, et cela frappe d'autant plus qu'il fait de visibles efforts pour rendre justice à ce grand naturaliste. Ce qui amène le nom de de Candolle sous ma plume, c'est que dans certains des tout récents travaux sur cette question si terriblement difficile de la progression de la sève à l'intérieur de la tige, on revient aujourd'hui à des idées très semblables à celles qu'il enseignait il y a quatre-vingts ans. Est-ce que par hasard le botaniste de Genève aurait été assez supérieur à ses successeurs, en tant que philosophe, pour que ceux-ci n'aient pas toujours complètement saisi sa pensée ? Car dans une personnalité de l'envergure d'Augustin-Pyrame de Candolle on peut toujours distinguer le penseur à côté de l'observateur. Or, ce penseur nous donne dans sa *Théorie élémentaire de la botanique* [3] une admirable définition de la force vitale, une définition qui ne permet pas de la confondre avec l'*animisme* de Stahl. Il dit : « Les naturalistes parlent de la force vitale comme d'une cause des faits qu'ils observent, *sans savoir* si elle est une propriété dont la disposition des molécules dépende, ou si elle-même dépend de la

[1] Aristote : *De anima.*
[2] Mannhardt : *Wald- und Feldkulte,* t. II, p. 24.
[3] Deuxième édition 1819, p. 8.

Digitized by Google

disposition de ces molécules. » Est-il possible d'être plus clair? et n'est-ce pas là le seul véritable empirisme? On proclame que la négation de toute action vitale est un immense progrès, une conquête de la science moderne; c'est au contraire une réaction, un retour en arrière. De Candolle n'a pas de difficulté à le prouver, il n'a qu'à citer les auteurs anciens, et il nous fait remarquer que : « les savants nés à l'époque de la philosophie cartésienne ont toujours cherché des explications purement mécaniques des phénomènes vitaux, et que cette disposition existe souvent encore parmi ceux qui n'ont étudié que les sciences purement physiques ou chimiques et ont peu réfléchi sur les questions vitales. [1] » Peu réfléchi! voilà le mot; l'accumulation des faits est aujourd'hui tellement immense que nous n'avons plus le temps de penser. M. Strasburger prétend que « l'explication vitale tourne les difficultés »; le contraire est vrai. Celui qui admet que la vie est une entité admet l'existence d'un problème dont la science a à peine abordé le seuil. C'est le dogmatisme, qu'il soit spiritualiste ou matérialiste, qui tourne les difficultés. Je citerai à ce propos un auteur peu suspect, Claude Bernard, qui, après avoir repoussé le vitalisme en tant qu'explication (non en tant qu'admission d'un problème) continue : « Nous nous séparons également des matérialistes; car, bien que les manifestations vitales restent placées directement sous l'influence de conditions physico-chimiques, ces conditions ne sauraient grouper, harmoniser les phénomènes dans l'ordre et la succession qu'ils affectent spécialement dans les êtres vivants [2]. »

Évidemment le vocable « force vitale » est mal choisi; il crée dans les discussions physiologiques des malentendus sans fin; mais ce qu'il s'agit de défendre, ce n'est pas l'usage de tel ou tel *terminus technicus,* mais la notion de la vie et l'admission sans réserve de notre profonde ignorance à ce sujet. Et je terminerai cette rapide excursion dans le domaine de la théorie en revenant à la question spéciale qui nous occupe ici et en citant ce qu'en dit un des physiciens-botanistes les plus compétents de nos jours, M. le professeur Schwendener. Dans sa réfutation de M. Strasburger [3], il dit : « Pour terminer, un mot pour

[1] *Physiologie végétale*, 1832, t. I, p. 96.

[2] *Leçons sur les phénomènes de la vie*, t. I, p. 46.

[3] *Kritik der neuesten Untersuchungen über das Saftsteigen*, publiée malheureusement seulement dans les *Sitzungsberichte der Königl. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, année 1892, t. 1, p. 945.

Digitized by Google

la défense des *théories vitales* que M. Strasburger croit avoir réfutées. Certes je ne saurais recommander l'emploi de ce terme, car, dès qu'en discutant la poussée de la sève on parle de *vitalité,* la théorie cesse, et elle est remplacée par de simples suppositions, qui ne méritent pas même le nom d'hypothèses. Mais je n'en affirme pas moins positivement que les fonctions vitales des cellules contribuent d'une façon ou d'une autre aux mouvements de la sève. Sans cette participation des fonctions vitales, il est tout simplement impossible que l'eau soit élevée à des hauteurs de 150 pieds, 200 pieds et au delà, et tous les efforts qu'on fait pour cacher les difficultés du problème en se servant de notions confuses tirées de la physique ne sont guère plus raisonnables que la recherche de la pierre philosophale. » Et à la page suivante, M. Schwendener termine son magistral exposé des faits connus et des théories qu'il est licite d'en déduire par les mots suivants: « Il en est toujours ainsi ; chaque fois que nous suivons jusqu'au bout les phénomènes que nous présentent des organes vivants, nous rencontrons, en outre des résultats qu'on peut expliquer par des forces physiques connues, un certain quelque chose d'inconnu: la fonction vitale du plasme, dont le mécanisme est encore, à l'heure actuelle, entouré de mystère. »

Je crois que l'étude de la force des racines, que je n'ai fait qu'ébaucher dans ce mémoire, contribuera à persuader les savants et les penseurs qu'il s'agit effectivement dans les mouvements de la sève de phénomènes liés à la vie.

---

Digitized by Google

# I

# APERÇU HISTORIQUE

Du temps où j'espérais pouvoir donner moi-même, non pas un fragment, mais une étude d'ensemble sur « la force des racines », j'avais préparé un résumé historique assez détaillé de cette question. Pour trouver une interprétation théorique satisfaisante des phénomènes qui se rattachent au « Wurzeldruck », on ne saurait évidemment négliger aucun des faits qui ont trait aux mouvements de la sève dans la plante; le sujet est donc vaste, et même pour n'en donner qu'un résumé il m'aurait fallu tant de place que c'eût paru d'une prétention ridicule vis-à-vis de l'exiguité de ce que mes propres recherches contiennent. Peut-être trouverai-je une autre occasion de publier ce résumé historique en le complétant [1]. Pour aujourd'hui je me contenterai d'un très bref aperçu, dont l'unique but est de faire clairement ressortir ce que j'ai voulu tenter en instituant mes expériences et quelle peut être leur portée.

La première étude scientifique sur les mouvements de la sève à laquelle les histoires de la botanique fassent allusion est celle de Cæs-

[1] Le livre qui contient les plus amples renseignements sur l'ancienne littérature de ce sujet, c'est celui de Kurt Sprengel « Von dem Bau und der Natur der Gewächse », Halle, 1812.

Digitized by Google

alpino, dans son *De plantis libri XVI*, publié en 1583. Nous ne savons pas le détail des observations et des expériences sur lesquelles les raisonnements du botaniste italien s'appuyaient, mais ces raisonnements sont d'un intérêt philosophique assez considérable pour que nous nous y arrêtions un moment. Cæsalpino examine trois ordres de causes qui pourraient, selon lui, expliquer le mouvement ascendant de la sève : il les désigne par les termes : *ratio similitudinis*, *ratio vacui* et *bibula natura*. Or, la *ratio similitudinis* embrasse (d'après les explications que donne Cæsalpino lui-même) les phénomènes que nous qualifions aujourd'hui d'électriques, et deux botanistes de nos jours, qui sont des physiciens de tout premier ordre, Nägeli et Schwendener, ont émis l'opinion que les courants électriques sont pour quelque chose dans les mouvements de la sève[1]. La *ratio vacui* a été admise pendant de longues années par Joseph Böhm comme l'unique cause de l'ascension de la sève, et elle constitue, sous différentes modifications, une partie essentielle des doctrines divergentes de Robert Hartig, de Schwendener et de Strasburger. La *bibula natura* n'est autre chose que l'imbibition ; on sait que, grâce à la grande et légitime autorité de Sachs, l'opinion, déjà entrevue par Meyen et par Unger, que l'imbibition des parois cellulaires était le principal ou l'unique moyen de transport de la sève, a été admise pendant près de trente ans (jusqu'en 1885 environ) comme un dogme. Je suis loin de vouloir exagérer les rapports entre les notions que Cæsalpino pouvait se faire sur les mouvements de la sève et celles que nous nous en faisons aujourd'hui. La botanique entière a été créée depuis la publication de son *De plantis ;* et deux ordres de faits très importants pour la question actuelle, la capillarité et l'endosmose, dont la physique devait doter notre science, étaient, l'un pas encore soupçonné, l'autre à peine entrevu. Inutile de dire aussi que la *bibula natura* de l'illustre médecin du pape Clément VIII n'était guère autre chose dans sa pensée (et d'après ses explications) que l'action d'un corps spongieux sur les liquides ; notre théorie moderne de l'imbibition est du domaine de la physique moléculaire. Et pourtant, il n'est pas inutile de jeter un coup d'œil sur ces idées de Cæsalpino ; si la vérité sur les forces motrices de la sève nous était connue, elles ne nous apparaîtraient peut-être pas beaucoup plus naïves que les nôtres.

[1] Voir Nägeli et Schwendener : « Das Mikroskop », 2me édition, p. 383.

Digitized by Google

Nous y apprenons du moins en attendant deux choses : premièrement, que le répertoire de notre imagination n'est pas bien varié ; secondement, que ce répertoire n'acquiert de nouveaux éléments que par l'observation de la nature, et non par le raisonnement.

L'histoire subséquente de nos connaissances sur les mouvements de la sève prouve bien ce second point. Si nous écartons les détails, nous trouvons trois noms illustres, qui à eux seuls résument tout ce que nous avons appris d'essentiel sur les mouvements de la sève depuis Cæsalpino : Hales (1727), Dutrochet (1826) et Hofmeister (1857). Ce furent avant tout de grands observateurs et de grands expérimentateurs. Les savants de cabinet n'eurent pas grand'peine à démontrer que leurs idées théoriques présentaient des lacunes considérables, quelquefois même des contradictions et des contre-sens ; il n'en reste pas moins vrai que c'est à de tels hommes que nous devons tous les progrès réels de la science, car, quelle que soit la valeur de leurs arguments théoriques, ils ont non seulement enrichi nos connaissances de nombreux faits, mais aussi notre imagination de nouvelles idées ; les théories passent, les idées sont impérissables.

Hales est le fondateur de la physiologie physique des plantes ; il ne manquait pas de prédécesseurs, parmi lesquels il faudrait surtout mentionner Mariotte, Malpighi, Perrault, Grew, Ray, Woodward [1], et nombre d'autres, et cependant les historiens de la science lui assignent toujours une place à part, et ils ont raison. Ce qui fait la valeur de cet homme et de ses recherches, ce n'est pas qu'il ait épuisé une question quelconque de physiologie, il n'en a épuisé aucune ; on est même tout étonné de voir combien peu d'expériences il institue sur chaque question qu'il veut élucider ; une expérience, ou deux, lui suffisent ; il se hâte d'aborder de nouveaux problèmes ; son raisonnement chausse même des bottes de sept lieues et saute d'un sommet à l'autre sans s'inquiéter de tout le terrain qui est resté inexploré. Je citerai un seul passage pour montrer combien était brillante et audacieuse l'imagination de cet homme de génie. La sexualité des plantes lui était inconnue ; cette grande découverte de Camerarius n'avait pas à cette époque pénétré jusqu'en Angleterre et Kœlreuter n'était pas encore né. Hales se demande à quoi peut servir le pollen ?

[1] Pour les expériences de Woodward, voir Senebier « Physiologie végétale », vol. IV, p. 31 et suiv. Ce que Sachs en dit dans son *Histoire de la Botanique*, p. 510, n'est ni complet, ni juste.

Digitized by Google

Il le nomme bien *farina fœcundans*, mais il n'entend ce mot qu'au même sens qu'Aristote, qui voyait dans le pollen une nourriture spéciale pour activer la production des semences. Il croit que cette « poussière des étamines » doit contenir « beaucoup de soufre raffiné » ; or, le soufre « attire fortement l'air et nous conduit à penser que la première action de cette poussière est d'attirer l'air élastique et de s'unir intimement avec ses particules les plus actives et les plus exaltées... Et si, en nous appuyant sur les expériences de Sir Isaac Newton, qui a trouvé que le soufre attire la lumière, nous supposons qu'à ces particules d'air et de soufre mêlées et unies ensemble, il se joigne quelques particules de lumière, ne pouvons-nous pas dire que le résultat de ces trois principes les plus actifs de toute la nature forme le *punctum saliens* ou le principe de vie qui la doit communiquer à toute la plante séminale[1] ? » L'audace et l'imagination, la naïve assurance d'un esprit qui se sent en intime connexion intuitive avec la nature, voilà ce qui fait l'originalité de cette physionomie. Les esprits moins distingués ont tellement peur de se tromper qu'ils n'arrivent que rarement à découvrir de nouvelles vérités. La logique est un gouvernail, mais c'est l'imagination qui est la boussole. Les sciences naturelles sont des sciences d'induction; soit! Il n'est pas moins vrai que, depuis Démocrite jusqu'à Copernic et jusqu'à Pasteur, tout vrai progrès de la science a été une œuvre de l'imagination. Et si j'insiste sur ce fait dans une aussi brève esquisse, c'est que, après m'être occupé pendant des années de Hales, je suis de plus en plus persuadé que là est le secret de l'incomparable ascendant qu'il exerce encore aujourd'hui sur nous. La puissance de son imagination fait qu'il ne s'arrête pas au détail, ainsi que le faisaient tous ses contemporains parmi les physiologistes, mais qu'il sent le besoin *de commencer par embrasser le tout*. C'est là une tendance plus philosophique que scientifique (au sens étroit du mot); mais c'est là ce qui fait qu'il mérite à tout jamais le titre de père de la physique des plantes. Qu'importe que presque toutes, ou peut-être toutes ses théories aient dû être abandonnées! En donnant un ensemble, en créant d'emblée toute une science qui, sous prétexte de ne parler que de la sève, examinait les propriétés physiques de la terre, analysait l'air, discutait l'origine des

[1] *La Statique des Végétaux*, pp. 301, 302. Je cite d'après la belle édition française de Buffon, 1735, en la collationnant avec la première édition anglaise de 1727.

Digitized by Google

ouragans, expérimentait sur la pression du sang dans les artères des animaux, recherchait la cause « des vents qui s'élèvent dans l'estomach », etc. etc., Hales fournissait à des centaines de travailleurs de l'ouvrage pour plus d'un siècle; car l'observation de la nature ne conduit à aucun résultat si la nature ne s'est pas préalablement réfléchie dans le cerveau humain, et il faut un cerveau très puissant pour que cette image réfléchie de la nature embrasse en les coordonnant un nombre considérable de phénomènes et pour que la perte de lumière qu'entraîne toute réflexion ne soit pas trop considérable. Hales est incapable de se limiter : en observant l'effet des alcools sur les plantes, il entre dans des considérations sociologiques concernant leur influence délétère sur les jeunes gens; l'analyse de l'air atmosphérique l'amène à signaler la ventilation défectueuse des prisons, et ainsi de suite. Ce ne sont pas là des détails indifférents, il nous montre un esprit non seulement imaginatif, mais large, libre et pratique. Ce n'est pas uniquement ce qu'il a fait qui rend Hales inoubliable, c'est surtout ce qu'il fut.

Si nous quittons ces considérations générales pour rentrer dans les limites du sujet qui nous occupe plus spécialement ici, nous verrons que les qualités que nous venons de constater chez Hales se reflètent dans la pratique. Ce qui distingue ses expériences et en fait la valeur, c'est leur lucidité. Lorsqu'il interroge la nature, il ne lui pose jamais que des questions aussi simples que possible, et pour être sûr de comprendre ses réponses, il imagine des instruments d'une simplicité « classique ». Ses explications théoriques ont dû être abandonnées; ses observations sont restées. Il avait souvent raisonné avec légèreté, il a toujours *vu* juste. Aussi les expériences de Hales ont-elles fait école. Presque toutes les études sur la « force des racines », sur la transpiration des plantes, sur la marche de la sève, sur les proportions d'eau et d'air dans le bois, etc., etc., faites depuis lui jusqu'à aujourd'hui, ont été entreprises d'après ses méthodes et ne constituent tout au plus que des perfectionnements. On verra dans cette dissertation une preuve curieuse de sa sûreté d'instinct. Dutrochet avait suivi l'exemple de Hales en se servant de tubes verticaux pour étudier les phénomènes de la force des racines pour soulever la sève; dernièrement on a prétendu qu'un tube recourbé deux fois à angle droit et laissant la sève s'écouler sous une pression zéro devait nécessairement constituer une disposition supérieure; or, je crois avoir démon-

Digitized by Google

tré qu'il n'en est rien, et que le tube vertical est de beaucoup le meilleur instrument pour ces études. L'instrument que j'ai fait construire et dont on trouve la figure à la p. 41 n'est au fond qu'un perfectionnement du simple tube vertical de Hales, combiné avec son ingénieux manomètre.

Le point saillant de la théorie de Hales sur les mouvements de la sève, c'est l'importance capitale qu'il attribue à la *capillarité*. « C'est par l'attraction des vaisseaux capillaires que la sève entre par les racines » (p. 57) ; c'est la capillarité qui retient la sève dans ces vaisseaux et qui l'élève. Mais à côté de la capillarité, la *transpiration* joue, selon Hales, un grand rôle dans la marche de la sève : « L'humidité s'exhale par la chaleur dans la transpiration et donne ainsi de la liberté aux vaisseaux séveux pour tirer continuellement de la nourriture nouvelle, ce qu'ils ne pourraient faire s'ils en étaient tout à fait remplis, car, faute de cette transpiration, la sève doit nécessairement croupir et les vaisseaux séveux, qui sont si bien faits pour élever la sève à de grandes hauteurs, en raison réciproque de leurs très petits diamètres, doivent devenir inutiles » (p. 92). On voit combien cette façon de se représenter la chose est simple et lumineuse. Hales écarte volontairement toute complication. Plusieurs de ses expériences auraient pu lui enseigner qu'il y avait aussi une force en jeu dont le siège réside dans les racines ; dans l'analyse de son expérience XXXVII il en parle même : « Nous voyons par cette expérience, dit-il, que cette force ne vient pas *seulement* de la racine, mais qu'elle doit venir *aussi* de quelque puissance inhérente dans la tige et dans les branches... » (p. 102). Mais dès qu'il aborde la théorie générale il n'est plus question d'une force venant des racines. J'ai cité un passage déjà ; dans un autre il dit : « Nous ne pouvons découvrir d'autre cause du mouvement de la sève que la forte attraction des tuyaux séveux capillaires, aidée des vives ondulations et vibrations [1] causées par la chaleur du soleil qui élève la sève jusqu'au sommet des plus hauts arbres, où elle s'exhale par les feuilles... » (p. 124).

Voilà la théorie de Hales dans ses grandes lignes. Et nous voyons que pour ce qui est de la question spéciale qui doit nous occuper dans les pages suivantes, la « force de la racine » (comme dit Buffon), c'est-

[1] Buffon a omis ces mots « et vibrations » dans sa traduction. Comparez cette idée de Hales avec les « oscillations de la température » de Sachs (p. 28).

Digitized by Google

à-dire la puissance de propulsion de bas en haut que nous découvrons dans les plantes chez lesquelles la transpiration a été abolie, nous voyons, dis-je, que Hales nie cette force. Cela ne manquera pas d'étonner ceux qui ne connaissent les travaux de ce naturaliste que par les traités de botanique, car le chapitre sur cette force commence invariablement par la mention de Hales; c'est même généralement l'unique endroit où nous trouvions aujourd'hui encore ce nom. Dans les cent vingt-quatre expériences que relate le grand ouvrage de Hales, six seulement (ou plutôt sept, car l'expérience 36 en contient deux) ont trait à cet ordre de phénomènes. Ce sont les expériences numéro 15 et numéros 34 à 38. L'expérience 15, dont le résultat est purement négatif, est faite sur un cerisier, les autres uniquement sur des vignes. Dans deux expériences seulement la tige a été coupée assez près du sol; dans l'expérience 35 à 76$^{mm}$, dans l'expérience 34 à 177$^{mm}$. Dans les autres, Hales a laissé soit une assez longue tige, soit une plante entière, se contentant de tronquer une tige latérale (ou plusieurs). Les résultats positifs pour la question qui nous occupe spécialement sont donc très maigres. Ce que Hales nous a donné, ce n'est guère que l'*idée* d'instituer de pareilles expériences; c'est déjà beaucoup. On cite aussi volontiers les deux plus fortes pressions qu'il ait trouvées, dont l'une était de 825$^{mm}$ et l'autre de 964$^{mm}$ de mercure. Quant à moi, mes propres recherches m'ont amené à la conviction que cette idée d'une *pression absolue* sous laquelle la sève est censée être expulsée, idée que nous devons à Hales [1], est complètement illusoire. Nous ne ferons un nouveau pas dans la compréhension de cette force des racines que lorsque nous aurons compris qu'il ne s'agit pas ici d'une « pression absolue », mais d'une pression qui dépend (dans des limites sans doute variables selon les genres) de la résistance et qui varie avec elle. Démontrer l'existence de cette faculté d'*accommodation* dans la force qui soulève la sève de bas en haut est le principal but de ma dissertation. Et voilà pourquoi mes expériences sur la sève ascendante sont l'exacte contre-partie de celles de Hales : il n'a que très peu expérimenté sur la force des racines, et ces quelques expériences sont faites en grand, *alla fresco*, leur but n'étant que de fournir quelques éléments à une vaste théorie d'ensemble sur « la stati-

[1] Il dit en propres termes : » Ceci montre bien avec quelle force absolue la sève sort de la tige » (p. 98).

Digitized by Google

que de la sève » ; quant à moi, j'ai expérimenté uniquement sur la force des racines, et, puisque les travaux de Hofmeister (complétés par d'autres) ont déjà établi de nombreux faits sur lesquels il était inutile de revenir, j'ai surtout porté mon attention sur une question secondaire, celle de l'influence de pressions variables, et sur l'observation minutieuse de la marche de la sève ; Hales faisait une ou deux lectures par jour ; j'en ai fait quelquefois plusieurs par minute.

Si je me suis permis de mentionner mes recherches à côté de celles de Hales, c'est uniquement pour les caractériser et pour bien établir, par ce contraste, combien leur portée est exiguë. Mon intention est toute autre si je compare Dutrochet à Hales et si, sous certains rapports, je le lui oppose. Par la vaste étendue de ses recherches, Dutrochet nous rappelle Hales. Il n'est pas botaniste au sens technique du mot, pas plus que Hales. Hales était ministre de l'Église anglicane, Dutrochet, médecin. Toutes ses recherches et ses théories physiologiques acquièrent une couleur et aussi une valeur particulières par le fait que, lorsqu'il étudie la physiologie, c'est toujours l'ensemble des manifestations de la vie qu'il a en vue, et non pas une partie seulement. Le point de départ de sa grande découverte de l'endosmose, par exemple, furent deux observations, dont l'une se rapporte au règne végétal (l'expulsion des zoospores d'un Saprolègne), l'autre au règne animal (les organes sexuels des limaces) ; cet unique fait peint l'homme. Aussi le voyons-nous faire en même temps des « recherches sur les causes de la progression de la sève » et des « recherches sur l'ostéogénie des animaux » ; en 1833 il présente à l'Académie des sciences un mémoire sur « le mécanisme de la respiration des insectes », en 1836 un mémoire sur « la respiration des végétaux », et ainsi de suite. Dutrochet est donc, comme Hales, un naturaliste à l'esprit vaste et philosophique, chez qui l'imagination va de pair avec les dons d'observation ; il a sur lui peut-être un avantage, c'est d'avoir plus de « métier ». Ce qui fait qu'on peut l'opposer à Hales, c'est le résultat de ses recherches pour la question qui nous occupe ici. Hales avait nié qu'il y eût dans les racines une force impulsive, Dutrochet affirme qu'il y en a une. Pour Hales, la capillarité (activée ou plutôt renouvelée par la transpiration) est l'unique cause de l'ascension de la sève, ce sont les éléments capillaires de la tige qui forcent les racines à absorber l'humidité de la terre, la racine en elle-même est passive ; pour Dutrochet, au contraire, « la cause impulsive

Digitized by Google

qui opère l'ascension de la sève a son origine dans les extrémités des racines ou dans le chevelu » et — au moins sous certaines circonstances — « la tige est entièrement passive » (I. p. 393)[1]. Naturellement Dutrochet ne pouvait nier que la perte d'eau à la surface des feuilles ne fût une cause principale de la progression de la sève; mais ici aussi, selon lui, une force attractive endosmotique se manifeste, qui pompe l'eau d'en bas. D'après sa théorie, il y a donc deux forces en jeu, mais toutes les deux de nature endosmotique : l'une *impulsive*, « qui chasse la sève vers le sommet du végétal », (I, p. 403), l'autre *attractive*, « qui opère l'ascension de la sève par attraction » (I, p. 401). Ces deux forces endosmotiques ne fonctionnent pas également durant toute l'année. « Au printemps l'ascension a lieu spécialement *par l'impulsion* qui a son siège dans les spongioles des racines, car l'absence des feuilles doit rendre nulle l'ascension de la sève *par attraction*... Alors cette sève, fortement poussée des racines dans la tige, envahit tous les organes creux et remplit tous les tubes pneumatiques qu'elle occupe alors d'une manière accidentelle. Dans l'été, cette force d'impulsion éprouve une diminution très notable; alors la sève lymphatique n'est plus chassée au dehors par les plaies faites au bois de la vigne; elle n'existe plus dans les tubes pneumatiques qui sont alors remplis d'air; cependant la sève continue de monter avec une très grande abondance; mais c'est spécialement par l'attraction des feuilles que s'opère cette ascension. La cause de la diminution qu'a éprouvée l'impulsion de la sève par les spongioles des racines paraît assez facile à déterminer. Cette force d'impulsion reconnaît pour cause l'endosmose implétive des cellules des spongioles, dans lesquelles existe un liquide organique dense. Or, l'introduction continuelle de l'eau diminue la densité de ce liquide, et diminue ainsi graduellement la force de l'endosmose implétive et, par suite, la force de l'impulsion de la sève. Ce liquide dense s'était accumulé dans les spongioles pendant l'hiver; son existence dans ces organes est nécessaire au printemps pour déterminer leur endosmose implétive et l'ascension de la sève *par impulsion*, car la plante dépourvue de feuilles n'a point encore d'organes pour opérer l'ascension de la sève *par attraction*, il faut nécessairement alors une impulsion pour la faire monter. Lorsque les feuilles sont développées, l'attraction pour la sève, dont elles

[1] Je cite d'après l'édition complète des *Mémoires*, 1837.



Digitized by Google

deviennent le siège, opère l'ascension de ce liquide et supplée à l'impulsion des spongioles des racines, impulsion qui diminue insensiblement et finit par cesser d'exister » (I, p. 421 et 422).

Il est inutile d'insister dans cette brochure sur ce que cette théorie a d'incomplet et de faux ; son procès lui a été fait depuis longtemps. En découvrant les phénomènes de l'osmose, Dutrochet a non seulement expliqué le mécanisme grâce auquel l'eau entre dans les cellules et les rend turgescentes, mais il a doté la science d'une idée des plus fécondes. Peu importe qu'il n'ait pu résister à la tentation de tout expliquer par l'endosmose, de même que Hales voyait partout la capillarité seule à l'œuvre : ces deux idées, la capillarité et l'endosmose, ont fait faire à notre connaissance du mécanisme de la sève ascendante deux pas de géant, sans pour cela nous faire perdre de vue (excepté dans les entraînements momentanés) la *ratio similitudinis,* la *ratio vacui* et la *bibula natura* des anciens. Et ce qu'il nous faut surtout retenir ici, c'est que Dutrochet a définitivement prouvé qu'une force impulsive « chassant la sève vers le sommet du végétal » existe. Cette force gît-elle vraiment exclusivement dans les extrémités des racines ? Nous n'oserions guère aujourd'hui l'affirmer. Mais nul ne peut nier qu'elle n'existe.

Sur le détail des expériences de Dutrochet qui ont trait à la force des racines, il n'y a rien à dire. Il s'est contenté de voir suinter la sève, et quelquefois il a adapté un tube au moignon ; jamais il n'a fait des expériences de quantité ni de pression.

Avec Hofmeister la question qui nous occupe entre dans une nouvelle phase.

Avant lui on avait cru que le phénomène des « pleurs » était rare. Dutrochet, il est vrai, n'avait pas douté que la « force impulsive » n'existât dans toutes les plantes, mais, tout comme Hales, il ne l'avait constaté par des expériences directes que chez la vigne. On ne citait outre la vigne que quelques arbres connus comme « pleureurs » par tous les forestiers. Or, la rareté du phénomène et, en outre, le fait qu'on le croyait restreint à une courte saison de l'année, ne laissaient pas de le rendre assez mystérieux et difficile à expliquer. Hofmeister fut le premier qui eut la très simple idée d'essayer si l'on n'observerait pas le même phénomène chez d'autres plantes et à toutes les saisons de l'année. Dans un petit mémoire de treize pages qu'il publia en 1857 sous le titre de *Ueber das Steigen des Saftes der*

Digitized by Google

*Pflanzen*, il donna une liste de neuf plantes[1] chez lesquelles il avait observé la force des racines, annonça que cette force « se manifeste avec encore plus de puissance chez les plantes herbacées que chez les plantes ligneuses » et déclara que le phénomène était « général et permanent » (p. 8). Plus tard, en 1862, Hofmeister publia un travail beaucoup plus étendu, embrassant le même sujet, sous le titre de : *Ueber Spannung, Ausflussmenge und Ausflussgeschwindigkeit von Säften lebender Pflanzen.* Dans ce nouveau travail il ajouta neuf plantes à sa liste[2], portant ainsi à dix-huit (outre la vigne, etc.) le nombre de végétaux chez lesquels la poussée de bas en haut avait été observée. La majeure partie de ce travail est consacrée à des discussions théoriques sur lesquelles je n'ai pas à m'étendre ici, et d'autant moins que chez Hofmeister, tout comme chez Hales et Dutrochet, quoique à un moindre degré, la justesse de l'observation et la force plastique de l'imagination l'emportent sur la valeur des théories. On sait ce que l'anatomie et la morphologie des plantes doivent à Hofmeister, qui fut peut-être le plus grand botaniste de notre siècle ; dans ses travaux physiologiques le morphologiste prédomine peut-être un peu trop. Quant à ses opinions sur les progrès de la sève, il suffira de dire qu'à l'imbibition (théorie développée par Meyen en 1838[3]) et à l'endosmose il adjoignit comme cause effective de l'ascension de la sève la *tension* des cellules et des tissus, tension dont la variabilité expliquait les variations diurnes et autres dans la marche de la sève ascendante.

Quant aux méthodes et au détail des résultats, le principal mérite de Hofmeister est d'avoir donné l'idée de tenter de nombreuses expériences sur la poussée de la sève. Il n'a pas inventé de nouveaux instruments et ses expériences sont trop relâchées pour qu'on puisse en déduire plus que des principes tout à fait généraux. Hofmeister affirme par exemple la *périodicité diurne* du phénomène de la poussée et énonce à cet égard une loi générale : « La quantité de sève qui

[1] *Atriplex hortensis, Chrysanthemum coronarium, Digitalis media, Papaver somniferum, Morus alba, Sonchus oleraceus, Chenopodium album, Petunia nyctaginiflora, Pisum sativum.*

[2] *Urtica urens, Solanum nigrum, Phaseolus multiflorus, Brassica oleracea, Zea Mays, Helianthus annuus, Lychnis vespertina, Matthiola incana, Silybum Marianum.*

[3] *System der Pflanzenphysiologie*, II, p. 50, 52, 55.

Digitized by Google

s'écoule, faible pendant les dernières heures de la nuit, augmente subitement après le lever du soleil, atteint le maximum diurne dans les heures entre 7 h. $^1/_2$ du matin et 2 heures de l'après-midi, chez les uns de meilleure heure, chez les autres plus tard, et diminue à partir de ce moment rapidement jusqu'au lendemain matin » *(Ueb. Spannung*, etc., p. 106). Or, si nous examinons avec soin les vingt-deux expériences que Hofmeister publie, nous serons étonnés de voir sur combien peu d'observations cette prétendue loi générale s'appuie. D'abord les lectures sont ordinairement très espacées, ensuite nous ignorons les heures de l'arrosage (dont l'influence sur la courbe diurne peut être très grande), et puis les expériences elles-mêmes n'appuient pas une affirmation aussi catégorique. Dans l'expérience 5 *(Urtica urens)* par exemple, nous voyons un minimum très prononcé le matin du second jour et un maximum des plus énergiques à onze heures du soir; le troisième jour, le maximum l'après-midi à trois heures; dans l'expérience 18 *(Matthiola incana)* le principal maximum de toute l'expérience a eu lieu la nuit; dans l'expérience 21 *(Helianthus annuus)* nous trouvons, le second jour, un premier maximum à midi, mais un second, plus considérable, à huit heures et demie du soir, le troisième jour le maximum est à trois heures de l'après-midi ; le quatrième, la quantité allait en augmentant à deux heures de l'après-midi, lorsque les lectures furent interrompues pendant dix-sept heures ; le cinquième jour, le maximum très prononcé tombe sur six heures du soir, et ainsi de suite[1]. Il est certain que Hofmeister s'est trop avancé en généralisant ses observations sur la périodicité diurne ; car d'abord il y a des plantes à périodicité diurne très marquées, chez lesquelles le maximum a lieu régulièrement le soir, et ensuite il y en a d'autres où, pourvu qu'on abolisse les causes secondaires de fluctuations diurnes, aucune périodicité de la poussée de la sève n'a lieu (voir au chapitre V le § 4). — Je crois que ce que Hofmeister avance sur la pression exercée par la force des racines et sur les rapports

[1] En consultant les tables de Hofmeister, il faut prendre garde au fait qu'elles sont criblées d'erreurs de calcul ; dans la table de cette expérience 21 il ne s'en trouve pas moins de onze ! Dans le calcul à l'heure pour cette journée du 3 août, il y a à midi et demi le chiffre de 2109 $^{mm}$ cubes, au lieu de 2268.8, et à 6 heures du soir il y a 2407 $^{mm}$ cubes au lieu de 2441. Par suite de ces deux erreurs, le maximum paraît être à midi, tandis qu'en réalité il se produit d'une façon très prononcée le soir à 6 heures.

Digitized by Google

entre la pression et la quantité de sève expulsée n'est pas non plus suffisamment établi. Hofmeister croit que cette pression est une quantité « presque invariable » (1857 p. 5), et lorsqu'il a versé autant de mercure dans le manomètre (de même que Hales dans son expérience 36) que la plante peut en soutenir à ce moment donné, il croit avoir trouvé « la tension réelle qui régnait à l'intérieur de la plante » (1862, p. 114). La pression exercée par la sève ascendante est donc pour lui une constante (peu variable) ; la quantité de sève soulevée par cette pression est seule sujette à de grands écarts. J'ai déjà, en parlant de Hales, formulé quelques doutes au sujet de cette « pression absolue ».

Il n'en reste pas moins vrai que Hofmeister est le dernier qui ait contribué utilement à l'étude de la « force des racines ». Une puissante personnalité domine partout, même dans les questions auxquelles elle ne touche qu'incidemment. Ainsi que je le disais au commencement de ce chapitre, c'est surtout l'imagination d'une telle personnalité qui exerce sur la science une action fécondatrice. Qu'importe que Hales, Dutrochet et Hofmeister se soient évidemment souvent trompés ? Leur mérite est d'avoir montré aux hommes de moins de valeur dans quelles directions il y avait quelque chose à chercher.

---

On s'est beaucoup occupé depuis Hofmeister du mouvement de la sève, mais relativement peu de la force des racines. Hales avait déjà démontré que c'est la transpiration qui est la cause principale du mouvement de la sève ; Dutrochet et d'autres avaient confirmé le fait : les travaux de Hofmeister ne laissaient aucun doute à ce sujet ; il fut donc assez naturel qu'on laissât de côté le *Wurzeldruck*. Tous les plus éminents physiologistes de ces vingt-cinq dernières années, les Sachs, les Wiesner, les Schwendener, les Van Tieghem, les Vesque, se sont occupés de la progression de la sève, mais en portant leur attention sur les phénomènes de la transpiration, de la vaporisation, de la diffusion des gaz à travers les parois cellulaires, de la porosité du bois, etc.; l'anatomie comparée a de même fait, surtout dans ces dix dernières années, sous l'impulsion de Strasburger, d'immenses progrès, en se mettant directement au service de la physiologie et spécialement de ce problème de la progression de la sève dans la tige ; jamais aussi les théories générales ne se sont entrechoquées comme

Digitized by Google

aujourd'hui : nous avons l'école de Sachs, celle de Robert Hartig, celle de Schwendener, celle de Strasburger, celle d'Askenasy, outre les théories plus ou moins fantaisistes de Joseph Bœhm, de Godlewski et autres. Mais dans tout ceci il n'est que peu ou point question de la force des racines. Non pas naturellement qu'on ne s'en soit pas occupé du tout, mais les savants éminents dont je viens de mentionner les noms ne parlent de cette force qu'incidemment, ils s'en préoccupent peu et n'ont rien de bien nouveau à nous apprendre. Pour s'assurer combien peu de progrès nous avons fait depuis 1862, on n'a qu'à jeter un coup d'œil sur le *Pflanzenphysiologisches Praktikum* de Detmer, édition 1895, p. 167, où l'on ne trouvera en fait d'appareils pour étudier ces phénomènes que le tube vertical et le manomètre de Hales et le tube recourbé deux fois à angle droit de Hofmeister. Excellents appareils, certes, mais à eux seuls bien insuffisants. On voit que l'étude de la force des racines n'a pas été à l'ordre du jour. Peut-être mériterait-elle d'y être remise ?

Cela n'empêche pas qu'il ne se soit fait un certain nombre de travaux spéciaux sur cette question, dont aucun n'est à dédaigner et dont un ou deux sont de réelle valeur ; seulement il faut bien reconnaître que ce sont des études de détails, de patientes accumulations de faits ; je ne crois pas qu'on y découvre l'ombre d'une idée vraiment nouvelle, ouvrant un champ encore inexploré aux recherches ou ajoutant quelque chose d'essentiel à notre compréhension du problème si compliqué du mouvement de la sève dans la plante.

Puisque je me suis défendu d'aborder le vaste terrain des théories générales, je dois me contenter de mentionner ces travaux spéciaux. Je ne veux pas en donner une critique détaillée, mais simplement mentionner ce qui fait le caractère spécial de chacun.

Cinq auteurs seulement se sont occupés d'une façon spéciale et expérimentale de la poussée de la sève de bas en haut, appelée par Buffon « force de la racine » ; ce sont Baranetzky, Brosig, Detmer, Horvath et Kraus. Je parlerai de leurs travaux en suivant l'ordre chronologique.

M. Baranetzky, professeur à l'université de Kiew, a publié en 1873 une dissertation intitulée : *Untersuchungen über die Periodicität des Blutens der krautartigen Pflanzen und deren Ursachen.* Le but de ce travail, ainsi que le titre l'indique, était uniquement d'examiner la périodicité diurne dans cette poussée de la sève. Voici

Digitized by Google

le résumé des résultats : 1. La périodicité est une fonction de la lumière. 2. La périodicité étant un effet d'induction, elle augmente avec l'âge de la plante, c'est-à-dire qu'elle n'existe pas encore chez le très jeune individu ; peu à peu l'heure du maximum s'accentue et l'amplitude de la courbe diurne augmente. 3. L'heure du maximum est constante non seulement pour l'individu, mais pour l'espèce entière. 4. La force impulsive ne sied pas seulement dans les racines, mais aussi dans la tige. — Les botanistes qui se sont occupés sérieusement de cette question ont, je crois, été unanimes à déclarer que M. Baranetzky n'a pas prouvé ses thèses. M. le professeur Sachs lui-même se déclare peu convaincu[1], quoique ces recherches aient été faites dans son laboratoire et sous sa direction. Il faut remarquer que M. Baranetzky ne publie en tout que vingt-huit expériences et que ces expériences ne se rapportent qu'à quatre genres et six espèces de plantes. C'est bien peu pour établir d'aussi vastes lois, qui sont censées régir les végétaux. La valeur des thèses 1 et 2 reste donc purement hypothétique et fort douteuse. Quant à la thèse 3, les observations publiées par Baranetzky lui-même ne permettent pas une affirmation aussi catégorique, et de nombreuses observations d'autres botanistes, parmi lesquelles je puis citer les miennes, la contredisent ; il trouve, par exemple, le maximum de la poussée chez *Cucurbita Pepo* entre midi et une heure, moi je l'ai trouvé très régulièrement le soir entre cinq et huit heures, et j'ai trouvé encore plus de plantes chez lesquelles il n'existe aucun maximum à heure fixe. Quant à la thèse 4, qui ne s'appuie que sur deux expériences, Detmer a montré combien peu on doit s'y fier[2]. Baranetzky prend deux pieds qu'il tranche à différentes hauteurs, celui dont la tige est la plus longue lui donne le plus de sève, il en conclut sans plus d'embarras que la tige contribue à la force impulsive. Au moins faudrait-il nous donner le cubage des racines, ce que Baranetzky ne fait pas. Detmer a montré qu'en multipliant de pareilles expériences on obtient les résultats les plus contradictoires. On trouvera dans mes expériences quelques remarques qui ont trait à cette question (voir le § 15 du Résumé). Ce qui me paraît le plus regrettable dans les travaux de Baranetzky, ce sont ses méthodes d'expérience, que Horvath et Brosig ont déjà critiquées si sévè-

[1] *Lehrbuch*, p. 657.
[2] *Theorie des Wurzeldrucks*, p. 28.

Digitized by Google

rement qu'il n'est guère nécessaire d'y revenir. Sans avoir eu l'ombre d'une idée inventive, il a su combiner un assemblage d'appareils d'une complication qui eût fait dresser les cheveux à Hales. Un détail suffira : il donne les *centaines* de degrés centigrades au thermomètre ! Un défaut de ses expériences, qui n'a pas encore été signalé, c'est que les vases de ses plantes plongeaient dans l'eau, ce qui diminue toujours la poussée de la sève et fait pourrir les racines.

M. W. Detmer m'inspire plus de confiance; malheureusement il manque d'initiative ; dans la théorie et dans la pratique il répète ce que d'autres ont dit et fait avant lui. Horvath prétend, en parlant de Baranetzky, que tout ce qu'il fait n'est qu'une distillation, goutte à goutte, de résultats depuis longtemps acquis par le génie de Hofmeister ; on pourrait dire la même chose des nombreux travaux de Detmer sur la force des racines. Toutefois, on fera bien de les consulter ; il s'y trouve d'intéressants détails. M. Detmer publia en 1874 une *Théorie der Wurzelkraft*, dans laquelle il développe surtout l'idée théorique de Hofmeister, qu'il y a un rapport entre la tension des tissus et la pression de la sève. On devient tout rêveur quand on voit une expérience qui ne dura pas vingt-quatre heures (le numéro IV) citée comme preuve de la périodicité de la poussée (p. 453) ! D'autres points me semblent tout aussi peu convaincants, par exemple : l'influence de l'humidité ; Detmer prétend que plus on entoure les racines d'humidité, plus la poussée augmente, mais ses propres tables ne le prouvent pas, et cela n'est pas vrai. Une idée assez intéressante, qu'il a eue, c'est celle d'arroser les plantes en expérience avec des solutions de densités différentes ; les solutions très concentrées ont arrêté la sève. En 1877, M. Detmer publia une brochure *Beiträge zur Theorie des Wurzeldrucks*. Le point saillant est la continuation des études déjà entreprises dans sa publication précédente sur l'influence de la température pour modifier l'écoulement de la sève. L'auteur affirme qu'en augmentant dans de fortes proportions la température, l'écoulement augmente jusqu'à un certain point *optimum* ; en surélevant la température au-dessus de ce point, l'écoulement suit la marche inverse et à une certaine température *maximum* cesse complétement. Pour *Begonia incarnata* et *Cucurbita Melopepo*, *l'optimum* serait entre 25 et 27° centigrade ; le *maximum* serait pour *Begonia* à 31-32° et pour *Cucurbita* à 43°. En 1883, M. Detmer donna dans son *Lehrbuch der Pflanzenphysiologie* un résumé de ses travaux précé-

Digitized by Google

dents. Il n'offre rien de nouveau. — En somme on peut dire que ce qui fait tort aux intéressants travaux de M. Detmer, c'est que partout la théorie entoure l'observation de la nature de toute part et l'étouffe. Ce qui manque à ce savant auteur, c'est ce que les Allemands appellent « Unbefangenheit », la liberté d'esprit.

La thèse de doctorat de M. Max Brosig, exécutée dans le laboratoire de M. Ferdinand Cohn, *Die Lehre von der Wurzelkraft* (1876), est pleine de détails intéressants. Malheureusement l'auteur n'a pas publié ses expériences ; nous sommes forcés de le croire sur parole. M. Brosig constate que de légères oscillations de la température n'ont aucune influence appréciable sur la poussée de la sève, ce que je puis confirmer. Par contre, un abaissement soudain de douze degrés centigrade cause une diminution notable, et une augmentation rapide de dix degrés tripla, chez *Achyranthes Verschaffeltii*, la quantité de sève expulsée. Brosig trouva aussi, ce que je puis également confirmer, que cette influence d'une augmentation de la température n'est que passagère et que, même en maintenant le thermomètre à la même hauteur, la poussée de la sève retombe bientôt à son chiffre antérieur. Des expériences faites avec des plantes qui, pendant des semaines entières, avaient été illuminées la nuit et tenues à l'obscurité le jour, donnèrent des résultats contraires à ceux de Baranetzky ; la périodicité de la poussée était restée la même. Quant à la partie théorique, qui, comme dans la plupart des écrits allemands, est d'une exubérance inquiétante, il n'y a rien à en extraire. L'auteur cite Sachs, Hofmeister, Baranetzky et Detmer ; quelquefois il dit la même chose, d'autres fois il dit le contraire. Detmer, par exemple, avait affirmé que l'écoulement de la sève dépend des variations dans la tension des tissus ; Brosig prétend que la tension des tissus varie d'après les mouvements de la sève. Bonnet blanc et blanc bonnet !

La brochure de M. Alexis Horvath, *Beiträge zur Lehre über die Wurzelkraft*, parue en 1877, est très divertissante à lire. L'auteur est un médecin qui apporte à ses études botaniques toute la fraîcheur d'esprit qui manque souvent à ceux qui ploient journellement sous le fardeau professionnel. Malheureusement le titre est décevant; M. Horvath ne nous apprend que peu ou rien sur la force des racines ; sa brochure entière est vouée à la démonstration d'une thèse — peut-être un peu trop préconçue — que la perméabilité des tissus pour l'eau diminue (au moins temporairement) en raison directe de

Digitized by Google

la quantité d'eau qui les traverse. Si par exemple on observe que la quantité de sève expulsée par une plante décapitée diminue dans le courant d'une expérience, il ne faut pas y voir le résultat des conditions anormales auxquelles cette plante est soumise, l'obstruction des vaisseaux, etc., mais la diminution normale de perméabilité des tissus conducteurs. Cette thèse 'est longuement appuyée par des recherches sur des sections de branches au travers desquelles on force de l'eau et autres essais de ce genre. Il me semble que toute l'argumentation souffre d'un *petitio principii;* on ne saurait admettre le point de départ de l'auteur, qui est la théorie de l'imbibition trônant majestueusement au-dessus de tous les faits, et on ne comprend pas trop où il veut en venir. Où il a dans tous les cas raison, c'est lorsqu'il démontre (p. 8) qu'on accorde vraiment trop peu d'attention aujourd'hui au phénomène de la force des racines.

Un auteur qui a fait plus de bonne besogne que les précédents, c'est C. Kraus qui, à partir de l'année 1881, a publié de nombreuses recherches sous le titre général de *Untersuchungen über den Säftedruck der Pflanzen* dans le journal *Flora*, dans les *Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik* de Wollny, dans les *Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft,* etc. Ces recherches se rapportent au *Säftedruck* (à la pression des sucs) en général, les racines n'ont que leur part. Il ne s'agit nullement de mesures de quantité, ni de pression, mais d'observations concernant l'exsudation de la sève dans des fragments de tige placés dans du sable humide, par exemple, sur des sections verticales, horizontales ou tangentielles de différentes parties de la plante, sur des parties âgées et jeunes, sur des feuilles, etc., etc. Une seule de ces publications se rapporte d'une façon plus directe à notre sujet spécial, c'est un travail publié en 1882: *Ueber Verbreitung und Nachweis des Blutungsdruckes der Wurzeln.* Ici aussi il ne s'agit ni de pressions ni de quantités; l'auteur a simplement voulu constater si le phénomène d'une pression s'exerçant à l'intérieur des racines est général ou non, et si cette pression ne s'exerce que dans les extrémités et les parties les plus jeunes des racines, ainsi que Dutrochet l'avait cru, ou bien dans la racine entière. Dans ce but il a examiné de nombreux arbres réputés non pleureurs, et une centaine de plantes herbacées, et il a trouvé partout, sans exception, l'existence de cette pression de bas en haut. Ceci est surtout important parce que plusieurs auteurs, notamment

Digitized by Google

Horvath, avaient nié qu'elle existât chez un certain nombre de plantes. Kraus a démontré qu'il y avait ici erreur d'observation. Il croit aussi avoir établi que, presque toujours, les parties plus âgées de la racine concourent à la production de cette pression. A propos de cette dernière opinion, il y a une remarque à faire. Kraus a affirmé ici, et dans un travail de l'année 1883, que non seulement les parties plus âgées des racines contribuaient à la pression, mais encore les tubercules, rhizomes, etc. Mais à la fin de son étude spéciale *Ueber die Saftleistung der Wurzelknollen von Dahlia variabilis* (Wollny, 1883, p. 441), il admet n'avoir jamais pu observer la moindre poussée de sève dans une tige de *Dahlia*, tant que les tubercules n'avaient pas développé de jeunes racines en nombre suffisant. Quand même donc il a trouvé que toutes les parties des racines et toutes les parties de la tige et des feuilles semblaient exercer une pression sur la sève, il ne faudrait pas trop se hâter d'en conclure que la force mobile de la sève est logée dans la plante entière. — Les faits accumulés par Kraus sont fort intéressants, mais jusqu'ici il manque l'idée directrice pour les coordonner et en tirer une signification claire et nette. Du reste, ainsi qu'on le voit, notre sujet spécial n'y est guère touché ; le résultat le plus important pour nous est que Kraus a prouvé que la force des racines est bien un phénomène universel ainsi que Hofmeister l'avait proclamé.

Voilà les cinq auteurs et les six ou sept travaux qu'on trouve depuis que Hofmeister publia en 1862 son célèbre ouvrage *Ueber Spannung*, etc. On voit que c'est peu de chose, c'est peu par le nombre et encore moins par l'importance des découvertes ou des idées. C'est si peu que dans un traité aussi complet que celui de M. Van Tieghem (édition 1891, p. 732) on ne trouve cité pour cette question de la force des racines que quatre auteurs: Hales, Hofmeister, Sachs et Pfeffer ! Et encore est-ce trop, car Pfeffer ne fait absolument rien que répéter, sur un ton plus dogmatique, ce que Sachs enseignait depuis longtemps, et Sachs a bien fait dans ses moments perdus deux ou trois expériences ingénieuses, mais le citer ici, c'est presque de l'ironie. On voudra bien noter une chose surtout : c'est que personne ne s'est plus occupé des rapports entre la quantité de sève soulevée par la force des racines et la pression que cette force exerce ou qu'elle subit. L'unique expérience qui ait été faite à ce sujet est celle que Sachs relate dans son *Lehrbuch* (p. 658) et elle a été faite sur deux pieds différents ! Une

Digitized by Google

des plantes décapitées a été maintenue sous une pression zéro, l'autre sous une pression de dix-sept centimètres de mercure; la différence dans la quantité de sève expulsée a été minime. Sachs lui-même ne semble attacher aucune importance à cette expérience; en effet, elle n'a pas l'ombre de valeur. Et toutefois c'est sur elle que s'appuie le dogme énoncé par Pfeffer à la page 160 du premier volume de sa *Physiologie végétale :* « Nécessairement la quantité de sève expulsée diminue dès qu'une pression s'exerce sur la surface de section. »

On voit donc que, comme je le disais il y a un instant, les grands botanistes ont cessé depuis trente ans de s'occuper sérieusement de la poussée de la sève de bas en haut. D'autres questions les ont préoccupés et ils en sont peu à peu venus à ne pas accorder à celle-ci l'attention qu'elle mérite. On peut suivre cette progression chez M. Sachs.

Dans son *Handbuch der Experimental-Physiologie*, de 1865, il s'occupe assez longuement du *Wurzeldruck*. Il y indique (p. 212-221) quatre causes qui concourent à l'ascension de la sève dans la tige : la force des racines, la capillarité des éléments de la tige, l'imbibition des parois cellulaires et les oscillations de la température (agissant sur les bulles d'air); ce n'est qu'après avoir traité longuement de toutes ces causes qu'il en vient à parler de la transpiration des feuilles. Et dans son résumé (p. 232) il dit que le courant d'eau est dû à trois organes : les racines, les éléments ligneux, les feuilles. Il insiste aussi beaucoup sur les rapports qui existent entre les racines et la transpiration des feuilles; il suffit, dit-il, d'augmenter la température des racines pour que la transpiration des feuilles augmente; la transpiration est aussi affectée par les substances qu'absorbent les racines, etc., (p. 241). — Dans son *Lehrbuch* (éd. 1874) toute cette théorie a été modifiée, et non seulement la capillarité et les oscillations de la température en ont-elles disparu, mais Sachs dit expressément (p. 654) qu'il « retire » son opinion précédente sur l'importance qu'il convient d'attribuer à la force des racines. — Dans ses *Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie* de 1882 cette doctrine est encore accentuée et la force de la poussée exercée de bas en haut est considérée comme une quantité négligeable.

Certainement les botanistes ont eu raison de donner leur attention à d'autres questions, mais cette façon d'écarter un des phénomènes de la vie d'une plante comme quantité négligeable me semble peu phi-

Digitized by Google

losophique et peu scientifique. Cela se voit dans les arguments qu'emploient Sachs et ceux qui le suivent pour motiver cette sorte de mépris. Ces arguments sont au nombre de deux. L'un est tiré de l'expérience bien connue de Hugo de Vries (*Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg*, I, p. 288), d'après laquelle une plante décapitée transpire beaucoup plus par son sommet feuillé qu'elle n'expulse d'eau par son moignon ; mais d'abord, cette expérience n'est nullement aussi décisive qu'on veut bien le croire (voir l'analyse de mes expériences 5, 32 et autres), et ensuite, tout en admettant que la transpiration est probablement le principal agent de l'ascension de la sève, on peut se demander si cette force des racines n'agit pas dans de tels moments d'une autre façon, POUR MODÉRER L'ÉCOULEMENT DE L'EAU. Mes expériences tendent à montrer que, sous certaines conditions, une succion exercée par en haut (ainsi que le fait la transpiration des feuilles) peut être accompagnée d'une succion exercée simultanément par en bas. Une diminution de la succion d'en haut, par exemple, agit sur les racines identiquement de la même façon qu'une augmentation de pression, c'est-à-dire qu'elle induit une succion de la part des racines, une succion par en bas. Tout cela montre un mécanisme assez compliqué ; il est peu probable qu'on arrive à le comprendre en négligeant systématiquement l'étude d'une de ses parties. L'autre argument est encore plus faible. On tranche la tige d'une plante en pleine transpiration ; le moignon aspire l'eau ; donc, dit-on, la force des racines n'est pour rien dans le mouvement de la sève. C'est fort mal raisonner. D'abord on connaît la célèbre expérience de von Hoehnel : on ploie la tige d'une plante de façon à la plonger dans un vase contenant du mercure et on coupe cette tige sous le mercure ; il se trouve que le liquide a été injecté des deux côtés, vers en haut et vers en bas [1]. Il n'est pas probable qu'en coupant la tige à l'air, l'égalisation avec la pression atmosphérique se fasse dans les éléments microscopiques instantanément [2] ; il y a donc là une première cause de succion. Et si on opine que l'égalisation avec la pression atmosphérique s'opère instantanément, alors il est de toute évidence que l'on ne saurait conclure (comme le fait Sachs et à sa suite presque tout le monde) que la succion « prouve une pression négative dans le bas de la

[1] Voir aussi Scheit : *Die Wasserbewegung im Holze*. (Bot. Ztg. 1884. S. A. p. 7.)
[2] Voir von Hoehnel : *Ueb. den negativen Druck der Gefässluft*, p. 20.

Digitized by Google

plante ». Il n'y a point d'issue à ce dilemme. Mais il y a une autre explication du phénomène en question, à laquelle on n'avait pas encore songé : c'est que puisque tout changement brusque de résistance se traduit immédiatement par une violente réaction en sens inverse de la part de la force des racines [1], et que la décapitation entraîne certainement un brusque changement des conditions de résistance opposées à la sève ascendante, ni la poussée, ni la succion exercée à la surface de section immédiatement après la décapitation ne prouvent quoi que ce soit (sauf plus ample informé) sur ce qui se passait avant la décapitation à l'intérieur de la tige. (Voir le § 42 de mon Résumé.)

Puisque je me suis défendu d'aborder les théories générales, mon aperçu historique peut se terminer ici. Dans les nombreux et beaux travaux de ces dernières années qui ont trait aux mouvements de la sève, on ne trouve pas une seule remarque un peu intéressante sur notre sujet, pas même dans l'immense volume de Strasburger : *Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen* (1891). Tout au plus y aurait-il à mentionner l'ouvrage de Pitra : *Versuche über die Druckkräfte der Stammorgane* (1877), dans lequel il est aussi vaguement fait mention d'expériences sur le système des racines (section V). Il est évidemment du plus haut intérêt d'apprendre par de nombreuses expériences que des tiges séparées de leurs racines peuvent, sous certaines conditions, soulever la sève [2]; mais il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que dans la nature les plantes *ont* des racines, et que puisque M. Pitra a lui-même trouvé que « dans la plupart des plantes la force impulsive qui provient des racines est *infiniment plus puissante* que celle qui peut naître dans les tiges », nous ferions bien de nous occuper de cette force dont le siège est dans les racines. Le seul savant qui me semble le soupçonner, c'est M. Franz von Höhnel, dont je viens de citer un des travaux, et qui dans les suivants, par exemple dans son important ouvrage *Beiträge zur Kenntniss der Luft- und Saftbewegung in der Pflanze* (1879), n'oublie jamais de mentionner la *Wurzelkraft* comme un facteur permanent dans l'ascension de la sève.

[1] Voir mes expériences 1 à 5, 9, 22, 32, 34, 35, etc., et les §§ 28 à 33 du chapitre V.

[2] Voir ce qui a été dit plus haut, à la p. 23, et à la p. 27. On se souvient que Hales avait déjà signalé « une puissance inhérente dans la tige et dans les branches » (voir p. 14).

Digitized by Google

Je pense que ce qui précède suffira pleinement pour faire comprendre les explications sur mes propres expériences que contient le chapitre suivant.

Je me suis déjà expliqué dans l'introduction sur la Vitalité, dont on prétend nous faire un croquemitaine. Ici je ne veux rien dire de la question philosophique, mais je me permettrai, pour terminer ce chapitre, de formuler mon credo scientifique, en me servant pour cela des paroles de deux des plus éminents physiologistes de ce siècle :

« Il est incontestable que les *racines*, la *tige*, les *feuilles*, bien que remplissant des fonctions distinctes et en quelque sorte indépendantes, concourent simultanément à l'introduction et à la circulation de l'eau dans la plante. » (Boussingault.)

« Le mouvement de l'eau dans la plante vivante est un phénomène compliqué auquel concourent d'une façon harmonieuse de nombreuses forces, dont quelques-unes ne nous sont encore qu'imparfaitement connues. » (Wiesner.)

---

Digitized by Google

# II

# DESCRIPTION DE MES EXPÉRIENCES

Ainsi que je l'ai raconté dans l'introduction, c'est M. le professeur Marc Thury qui m'engagea à entreprendre ces expériences sur la sève ascendante et qui voulut bien, au début, guider mes pas. Mes recherches ne devaient porter que sur les mouvements de la sève dus à une propulsion de bas en haut, à cette *vis à tergo* que les botanistes allemands nomment ou plutôt nommaient *Wurzeldruck*, terme qui a été traduit par Buffon « la force de la racine » et par M. Marc Micheli « la force des racines[1] ». Depuis Pfeffer[2] on ne se sert guère plus de l'expression *Wurzeldruck*, qui préjuge la question de l'origine de ce mouvement ascensionnel ; on parle maintenant généralement de *Blutungsdruck*, ce qui signifie littéralement « la pression des pleurs». Quel que soit le terme qu'on veuille employer, il est bien entendu que dans ce travail j'entends par « sève ascendante » la sève soulevée de bas en haut ; je n'ai opéré qu'avec des plantes décapitées près du sol, chez lesquelles donc l'aspiration de l'eau par en haut (due à la transpiration, etc.) était supprimée.

M. Thury avait imaginé un ingénieux instrument qui devait servir de manomètre et en même temps pour mesurer la quantité de sève

[1] Voir sa traduction de la *Physiologie végétale* de Sachs, à la p. 220.
[2] *Pflanzenphysiologie*, 1881, I, p. 155.

Digitized by Google

expulsée par la plante ; il mit cet instrument à ma disposition. Nous devions d'abord déterminer sous quelle *pression* la sève était soulevée, et ensuite, cette pression une fois établie (pour chaque individu), mesurer la *quantité* de sève soulevée qui correspondait à cet effort, en ramenant la colonne de pression à zéro. En effet, quoique les expériences précédentes, depuis celles de Hales, ne laissassent point douter que la pression en question ne fût sujette à des variations, on supposait *à priori* que ces variations étaient une fonction diurne, et on ne doutait point que la sève ne fût soulevée sous une pression relativement constante. Hofmeister, par exemple, dit[1] que c'est « lorsqu'on a attendu que le mercure ait atteint dans le manomètre la hauteur qui indique exactement le degré de tension de la sève, qu'on commence à apercevoir clairement les variations journalières ». Sachs enseigne[2] : dès que la colonne de pression d'un manomètre fait équilibre à la sève ascendante, « la hauteur de cette colonne nous indique à quelle pression était soumise la sève dans l'intérieur de la plante ; nous n'avons qu'à remplacer la pression qu'exerce le manomètre par la tension élastique des parois cellulaires dans le sommet décapité de la plante, pour avoir une représentation assez exacte de ce qui se passait dans l'intérieur de la plante avant la section ». Pfeffer affirme[3], comme un dogme, que la quantité de sève expulsée diminue à mesure que la résistance augmente, jusqu'au point où l'équilibre s'établit et où aucune poussée n'a plus lieu. C'est sous l'empire de ces opinions que l'instrument de M. Thury avait été conçu ; il devait permettre de trouver très rapidement cette constante de la pression, et ensuite de mesurer la quantité de sève expulsée, soit à la pression zéro, soit à toute autre pression inférieure au chiffre de l'équilibre ; ou bien encore, nous pouvions laisser la colonne de pression à la hauteur où elle équilibrait la poussée de la sève, en observer les oscillations, et, par de rapides diminutions à zéro, voir si la quantité de sève soulevée variait parallèlement aux variations diurnes de l'équilibre, etc. Voilà le point de vue d'où je suis parti en commençant ces recherches. Je désirais étudier avec plus de détail qu'on ne l'avait fait jusqu'ici les rapports entre la pression et la quantité dans les phénomènes de la sève ascendante. C'était là mon programme.

[1] *Sur la quantité de sève qui s'écoule des plantes vivantes*, Flora, 1862, p. 114.
[2] *Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen*, p. 199.
[3] *Pflanzenphysiologie*, I, p. 160.



Digitized by Google

Je n'ai pas abandonné ce programme ; je n'en ai que modifié l'énoncé. Ainsi que je l'ai dit dans l'introduction, la maladie est venue m'interrompre au beau milieu de mes études, juste au moment où je m'élançais sur de nouvelles pistes ; ce que j'offre ici au public savant n'est donc qu'un fragment ; je n'ai pas la prétention d'avoir mis au clair ces rapports entre la pression et la quantité ; mais toutes mes expériences y ont trait, et elles n'auront pas été inutiles si elles servent à ébranler la foi en certaines opinions erronées et à montrer que ces phénomènes du *Wurzeldruck* sont plus compliqués qu'on n'avait pensé jusqu'ici et que leur importance pour la vie de la plante mérite qu'on les étudie à nouveau.

Les rapports entre la pression et la quantité ont donc été mon point de mire dès le commencement ; et si j'ai fait toute une série d'expériences avec de simples tubes verticaux (système Hales), avec des tubes recourbés deux fois de façon que la sève expulsée s'écoule à la pression zéro (système Hofmeister et Baranetzky), avec le manomètre à pression continue, qui mesure en même temps la quantité (Sachs, *Lehrbuch*, p. 658), etc., c'était uniquement pour me mettre au courant de la question dans tous ses détails et pour m'exercer avec des appareils plus simples avant d'aborder l'usage de ceux plus compliqués. Aucun appareil n'avait jusqu'ici réuni les avantages de celui imaginé par M. Thury et quant à son maniement, il est très facile ; mais précisément cette facilité relative est un leurre si l'on n'a pas préalablement acquis une certaine habitude avec des instruments qui ne permettent pas, comme celui-ci, de varier la pression à volonté. Je commençai donc par répéter les expériences que je trouvais décrites dans les livres ; ce fut ma première étape. Ensuite, et tout en continuant cette première série, je commençai à faire des essais avec l'instrument Thury ; ce fut ma seconde étape. Mais cette seconde étape ne fut guère qu'une courte période de transition, car déjà mes observations me faisaient douter de la vérité du dogme central, qui veut que la pression exercée par la sève ascendante soit une quantité à peu près constante. Je voyais que la plante soulève souvent des quantités identiques sous des pressions différentes ; je constatais que très fréquemment en augmentant la pression on augmentait la quantité de sève expulsée ; je me demandais si vraiment ce point d'équilibre entre la force de propulsion et la colonne de pression du manomètre était un point fixe, ou bien si au contraire la

Digitized by Google

*force des racines* n'était pas peut-être variable selon la résistance qu'elle rencontre. Je ne trouvais nulle part l'explication des faits que je viens de mentionner, ni la réponse au doute qui avait surgi en moi. Je me demandais si l'affirmation de Hofmeister[1] avait toute la portée qu'il lui attribuait ; je doutais beaucoup de ce que Sachs avance sans l'ombre d'une preuve, lorsqu'il prétend que la pression-équilibre que nous trouvons après la décapitation doit nécessairement correspondre exactement à la tension-équilibre qui régnait à l'intérieur de la plante avant cette décapitation ; je savais déjà que Pfeffer se trompe en affirmant que la quantité de sève diminue toujours à mesure qu'on augmente la colonnne de pression. Ces doutes me mirent sur une nouvelle piste. L'appareil du professeur Thury ne convenait pas aussi bien que je l'eusse voulu pour trouver la réponse au problème des rapports entre la pression et la quantité, qui ne se présentait plus à moi sous le même jour. Avant d'aller plus loin je désirais attaquer ce problème d'un autre côté et chercher, non pas quelle était la pression maximum que donnait la sève ascendante à tel moment, mais comment cette sève se comporterait sous des résistances variables à volonté. J'essayai d'abord d'une modification de détail dans l'appareil Thury ; mais ensuite j'imaginai un tout autre appareil, qui me rendit d'excellents services et avec lequel ont été exécutées les plus instructives de mes expériences. Ce fut là ma troisième étape.

Avant de passer à la description de ces instruments, je dois faire encore une remarque qui a trait à l'ensemble des expériences que je publie ici. Je viens d'en toucher un mot, mais je tiens à préciser.

On sera au premier abord étonné de voir que je ne me suis que peu ou point occupé de trouver la pression maximum que peut supporter la sève ascendante. On verra que je m'arrête même rarement à l'équilibre. C'est que plus j'avançais, plus je doutais que ce fussent là des chiffres possédant une valeur absolue; et, en admettant qu'ils la possédassent, cela me paraissait secondaire. Je ne me demandais plus du tout : quelle est la pression qu'exerce la sève ascendante dans cette plante? ainsi que l'ont fait tous mes devanciers; je me posais la question : comment la sève ascendante se comporte-t-elle dans cette plante sous différentes pressions? Et alors il devenait pour moi moins important de va-

[1] Voir les citations à la page 33.

Digitized by Google

rier la pression dans de très fortes proportions que d'observer aussi minutieusement que possible ce qui se passait en changeant la pression souvent et en combinant toutes sortes de variations de pressions positives et négatives. Pour travailler avec de fortes pressions, il m'aurait fallu toujours me servir de mercure au lieu d'eau; or, le mercure présente en premier lieu de graves inconvénients pour ce genre d'expériences, parce qu'il y cause des perturbations artificielles, ainsi que je le montrerai plus loin [1], et ensuite, l'emploi du mercure complique le maniement, même dans l'instrument Thury, et encore plus dans le mien, et en abolit certains grands avantages pratiques, ainsi qu'on le verra en en lisant la description. Je me suis donc presque toujours servi d'eau, et partant de pressions modérées. Le désavantage qu'on pourrait y voir est d'autant plus minime que j'ai travaillé presque uniquement avec des plantes herbacées, souvent même avec de très petites plantes, dont la poussée de la sève ascendante, quoique relativement abondante, ne supportait jamais plus de résistance que celle d'une colonne de quelques centaines de millimètres d'eau. Les quantités de sève recueillies sont naturellement de même minimes par rapport à celles qu'on observe en opérant avec la vigne, etc., mais non pas par rapport aux dimensions des plantes. Seulement je tiens à dire que j'avais l'intention arrêtée de faire des expériences semblables avec des pressions beaucoup plus fortes (dans les deux sens) sur des plantes ligneuses ; la maladie m'en a empêché. J'avais cru prudent de commencer par le détail, pour aborder ensuite les expériences sur une plus grande échelle avec l'avantage de l'expérience acquise. Ayant été interrompu, on ne trouve ici que ce détail; mais je suis persuadé que lorsqu'on tentera les mêmes expériences sur la vigne, etc., on trouvera sur une grande échelle les mêmes phénomènes que j'ai constatés sur une petite.

Pour de plus amples détails sur les plantes employées, les méthodes d'arrosage, etc., je renvoie aux sections III et IV de cette publication.

---

Je m'en vais maintenant parler des instruments employés. On peut les diviser en trois groupes, correspondant aux trois étapes de mes études, que j'ai signalées il y a un instant.

[1] Voir l'analyse de l'exp. 2 et la courbe n° 2.

Digitized by Google

Pour le premier groupe les descriptions sont inutiles, puisqu'il s'agit d'instruments qui ont déjà été figurés et décrits. Les petits manomètres imaginés par Sachs et Pfeffer ne sont pratiques que si l'on accepte l'opinion que la pression exercée par la sève ascendante est une quantité fixe et non pas une quantité qui varie avec la résistance. Le plus mauvais de tous les appareils est celui employé par Baranetzky et dont on trouve la figure dans la *Pflanzenphysiologie* de Pfeffer, à la p. 157 du premier volume (fig. 23) : un tube recourbé deux fois à angle droit, de façon que la sève s'écoule à la hauteur de la surface de section dans une burette graduée, et que la sève ascendante ne rencontre en conséquence aucune résistance à la surface de section. C'est là un de ces tours que nous joue si souvent notre cerveau et son amour de la simplification. Nous nous imaginons *a priori* que la poussée de la sève doit atteindre son maximum à la pression zéro. Il se peut que cela soit quelquefois le cas; mais je montrerai (voir l'exp. 32) que souvent la force des racines diminue énormément lorsqu'on laisse la pression de résistance à zéro. Il est en outre probable que toute pression maintenue constante pendant un certain nombre d'heures influe sur la poussée de la sève pour la diminuer. Par contre, un des meilleurs instruments qui existent pour observer la poussée de la sève ascendante, c'est le simple tube vertical et calibré tel que Hales l'employait. A mesure que la poussée expulse la sève, la colonne de pression se trouve augmenter peu à peu et c'est là une excellente condition pour activer la poussée de la sève; mes expériences le démontrent. De temps en temps on est forcé, avec ce système, d'enlever de l'eau du tube avec une pipette, c'est-à-dire de diminuer la colonne de pression, ce qui de nouveau active la poussée. Et dès qu'on s'est débarrassé de l'idée fixe d'une pression normale et constante qu'exercerait la sève ascendante, on verra que cette colonne de pression variable nous donne une meilleure idée de ce qui peut se passer dans la nature qu'aucune des combinaisons compliquées qu'on a imaginées. Mes expériences fourniront des preuves à l'appui de ce que j'avance ici. Évidemment le simple tube vertical présente de graves inconvénients: on ne peut pas régler la pression à volonté, on ne peut pas essayer les pressions négatives, l'emploi de la pipette ne permet que des à peu près, une partie de cette eau aspirée découle souvent ensuite le long du tube et vicie les résultats, etc., etc. Mais avec tous ces défauts le tube vertical reste, en principe, un excellent

Digitized by Google

appareil. Le grand instrument que j'ai plus tard fait construire et que je décrirai tout à l'heure n'est au fond qu'une modification et un perfectionnement du tube vertical de Hales, combiné avec son manomètre. On verra aussi que parmi les quarante-six expériences que j'ai choisies pour cette publication, j'ai gardé un grand nombre de celles faites avec de simples tubes verticaux, parce que toutes me donnaient des résultats intéressants pour l'étude des rapports entre la pression et la quantité de la sève ascendante; tandis que je n'ai publié que deux ou trois expériences faites avec d'autres appareils, parce que leurs résultats n'avaient que peu ou point de valeur pour ces recherches.

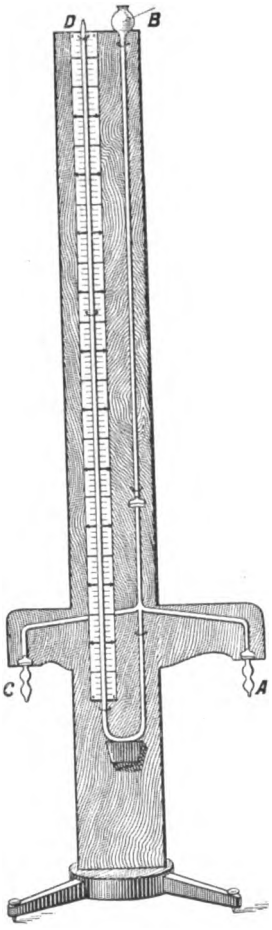


FIG. 1.

Le second groupe d'instruments consiste uniquement dans l'appareil de M. le professeur Thury et dans un appareil très légèrement modifié que j'ai fait construire et dont on trouve la figure ici. L'appareil de M. Thury ne s'en distinguait que par le fait qu'il avait à la portion inférieure du tube B (au-dessous de la jonction des tubes latéraux A et C) un grand réservoir.

Une description détaillée de cet instrument, qui est en même temps manomètre[1] et mesureur de quantité, est, je crois, superflue. On n'a qu'à regarder la figure pour en comprendre l'agencement. Sur un lourd pied en fer, munis de vis de calage, est fixée une colonne en bois dur; cette colonne supporte le système de tubes que montre la figure. A est le point auquel s'adapte le moignon de la

[1] Si l'on s'en tenait à l'étymologie du mot et à son usage dans les traités de physique, on n'aurait pas le droit de l'employer pour un tel instrument. Un « manomètre » est un instrument qui sert à mesurer la tension des gaz. Ici il s'agit de

Digitized by Google

plante décapitée (par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc, et en observant toutes les précautions connues); B est le tube afférent, qui sert à remplir l'instrument d'eau au début de l'expérience et à augmenter la hauteur de la colonne de pression (lorsqu'on emploie du mercure dans le réservoir, ce dernier usage est très limité); C est le tube déférent, qui sert à vider l'instrument, mais surtout à diminuer le niveau dans la colonne de pression; D est un tube soigneusement calibré dans toute sa longueur et qui repose sur une échelle métallique graduée en millimètres; il sert d'un côté à donner la colonne de pression, variable à volonté, de l'autre, à mesurer la quantité de sève expulsée de la tige (ou la quantité d'eau qu'elle aspire). Le réservoir n'est utile que lorsqu'on veut se servir de mercure; dans ce cas il est même indispensable; si on ne se sert que d'eau il est non seulement sans utilité, mais il complique inutilement le maniement de l'instrument. Il va sans dire que, lorsqu'on se sert de cet instrument, il faut avoir soin d'apporter la correction pour la dilatation du liquide employé (soit eau, soit mercure); le plus simple est de réduire toutes les lectures à zéro; c'est ce que j'ai fait. Mais lorsqu'on opère sans réservoir, la correction pour l'eau est si petite qu'avec les légers écarts de température de mes expériences elle n'affectait généralement que la troisième décimale du chiffre de l' « accroissement en hauteur », de sorte qu'elle était négligeable. En opérant avec le réservoir il en allait autrement, car sa contenance était de près de 80 $cm^3$.

J'arrive au dernier groupe d'instruments, à ceux qui m'ont le plus servi. Il s'agit de deux instruments; le second n'est qu'un perfectionnement du premier.

En parlant des simples tubes verticaux, j'ai mentionné leurs défauts. Puisque j'avais reconnu leurs qualités, je me demandai comment je pourrais bien faire pour conserver ces qualités, tout en abolissant ces défauts; j'imaginai la combinaison suivante, qui est, comme on le verra, d'une simplicité enfantine. A un tube vertical calibré (A), je soudai en bas un court tube horizontal (B) dont les deux bouts étaient munis des rétrécissements et renflures qui servent à fixer

mesurer la force de propulsion d'un liquide. Les instruments qui y servent devraient donc, me semble-t-il, être désignés sous le nom de Dynamomètres. Mais puisque dans tous les ouvrages de botanique on les appelle des Manomètres, je me suis conformé à cet usage.

Digitized by Google

hermétiquement les tubes en caoutchouc. Ces bouts peuvent être laissés horizontaux, ou bien recourbés en haut, ou bien encore, l'un recourbé en haut, l'autre en bas. A ce bout (C) qui peut être recourbé en bas se fixe le tube en caoutchouc adapté à la plante. A l'autre bout (D) se fixe un tube en caoutchouc de longueur convenable, qui communique avec un petit ballon ; on glisse sur ce tube en caoutchouc une pince à vis ordinaire, permettant de fermer hermétiquement toute communication avec la partie supérieure du tube et avec le ballon. Pour employer ce petit appareil on prend un montant quelconque (pourvu que la tige soit assez longue) ; à sa partie inférieure on fixe le tube B dans une pince à pression, de manière que le tube calibré A soit strictement vertical ; à sa partie supérieure on fixe le petit ballon, qu'on munit d'eau à volonté. Par le tube D on remplit l'appareil, ou, au besoin, on le vide ; on n'a pour cela qu'à mettre le ballon à la hauteur voulue, soit au-dessus soit au-dessous de l'appareil, et ensuite à desserrer la pince à vis. Par ce tube D on peut en outre à chaque instant, sans toucher à l'appareil, élever ou abaisser le niveau dans le tube de pression. On voit les avantages du système. En plaçant la plante à la hauteur voulue, on peut facilement avoir la pression zéro, ou des pressions négatives. En plaçant la plante plus bas, on obtient de fortes pressions positives. On peut en enlevant le ballon du support, s'en servir pour vider la sève lourde et la remplacer par de l'eau de temps en temps, etc. Pour faire de grandes séries d'expériences, surtout des expériences d'orientation générale, cet instrument suffit pleinement. Il présente deux désavantages: l'un, c'est la difficulté de le préserver des secousses et vibrations (vu sa légèreté), l'autre, c'est que les lectures faites avec le compas à verge demandent du temps, de sorte qu'il n'est pas possible de noter des changements rapides. Voilà aussi pourquoi j'ai

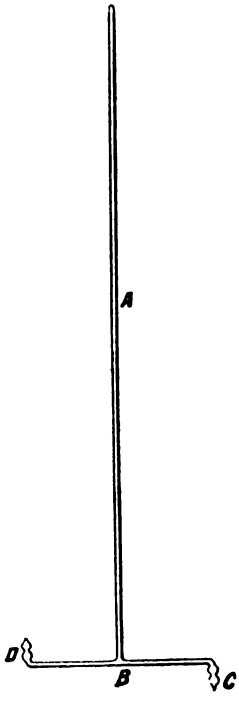


FIG. 2.

Digitized by Google

fait construire un instrument dont le principe est semblable, quoique son agencement soit plus compliqué. En voici la figure et la description.

Sur un lourd pied de fer, muni de vis de calage, s'élève une colonne de bois dur de deux mètres de hauteur, large, dans sa partie inférieure, de dix-sept centimètres, dans sa partie supérieure de dix centimètres. A l'endroit où la colonne se rétrécit (à quarante centimètres au-dessus du pied) elle porte un bras étroit, long de seize centimètres. C'est sur cette colonne qu'est disposé le système de tubes, dont je désignerai les différentes parties par les lettres A, B, C, D, E. La haute colonne porte sur toute sa longueur une échelle métallique graduée en millimètres, sur laquelle est fixée un tube en verre (A) soigneusement calibré et qui se termine au-dessus de la colonne en une pointe un peu effilée pour empêcher la poussière d'entrer. Au-dessous de l'échelle graduée, le tube se recourbe

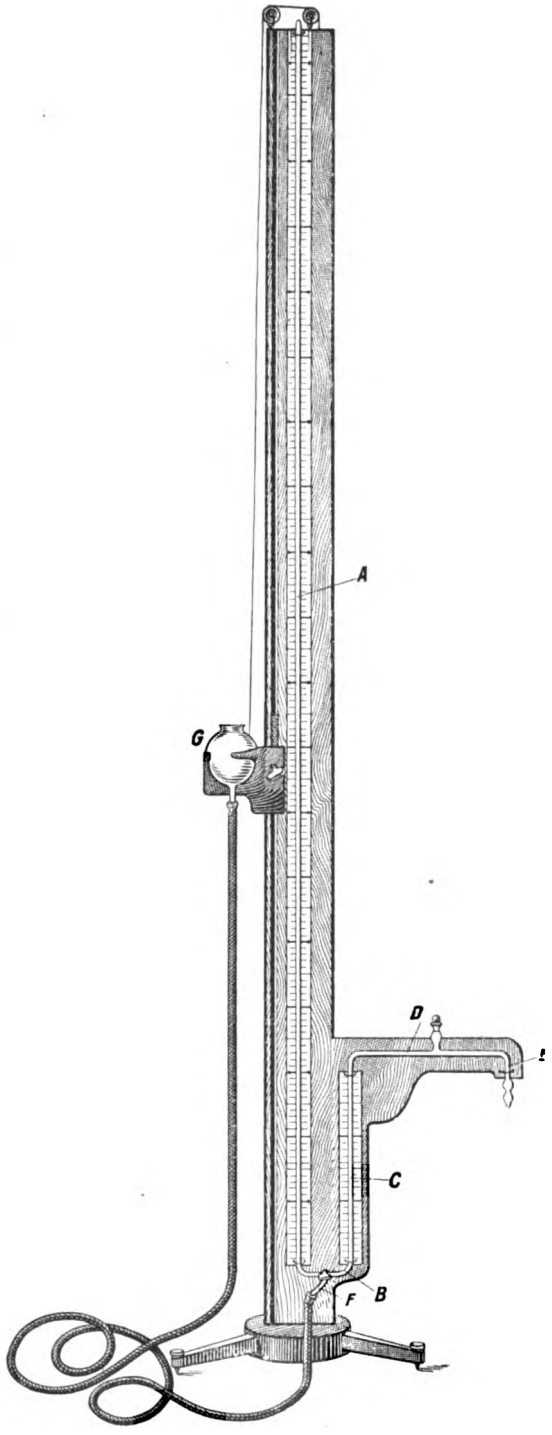



FIG. 3.

Digitized by Google

deux fois à angle droit, remonte (C) sur une longueur de 27 centimètres, en reposant de nouveau sur une échelle métallique graduée en millimètres et strictement parallèle à la première, et ensuite se recourbe de nouveau deux fois à angle droit, pour se terminer avec son extrémité vers en bas (E) en deux rétrécissements et deux renflures qui permettent d'y souder hermétiquement un tube en caoutchouc. C'est ce tube en caoutchouc qui établit la communication entre la plante décapitée et le manomètre. A la partie inférieure de cet appareil, entre les deux échelles, le tube s'étend horizontalement (B) sur une longueur de dix centimètres; au milieu de cette partie est soudé un autre tube en verre (F), qui sert en même temps de tube afférent et de tube abducteur. Ce tube F est très court, recourbé, et muni de renflures sur lesquelles s'adapte un long tube en caoutchouc dont l'autre extrémité est soudée à l'orifice inférieur du petit ballon-réservoir G qui contient de l'eau (soit, au besoin, du mercure). On a soin de tenir le large orifice supérieur du ballon recouvert d'une peau de chevreau ou d'un morceau de papier parchemin pour préserver le réservoir contre la poussière; un col ménagé à la partie supérieure du ballon permet de fixer ce couvercle avec une simple bande élastique. Ce ballon-réservoir repose dans l'excavation d'un traîneau en bois qui est mobile sur toute la hauteur de la colonne dans une rainure creusée à cette intention. Une vis permet de fixer le traîneau solidement à toute hauteur voulue. A l'endroit où le tube F est soudé au tube B se trouve un robinet d'après le système Babinet, c'est-à-dire un robinet percé d'un canal longitudinal et, en outre, d'un demi-canal perpendiculaire au canal longitudinal. Grâce à ce robinet l'observateur a quatre combinaisons à sa disposition, qui toutes lui sont utiles pour ses expériences: il peut établir la communication entre les tubes A et C (c'est-à-dire entre la plante et le tube manométrique) en fermant le tube F; il peut mettre A et C tous les deux en communication avec F (ce qui lui permet de varier la pression peu à peu); il peut mettre A seul en communication avec F (ce qui permet de varier la pression soudainement); il peut mettre C seul en communication avec F (ce qui a une très grande utilité pratique, soit pour enlever les bulles d'air qui se forment souvent au début pendant qu'on fixe le tube de caoutchouc sur le moignon de la plante, soit pour changer l'eau qui baigne la plante et pour laver la surface de section, le tout facilement et rapidement, et sans déranger l'appareil). Lorsqu'on emploie du mercure, certains de ces avan-

Digitized by Google

tages disparaissent, mais l'appareil n'en reste pas moins beaucoup plus commode que n'importe quel autre. On comprendra facilement combien il est utile que le ballon-réservoir G soit mobile. Lorsqu'on veut changer la pression qui agit sur la surface de section, on peut préalablement disposer le traîneau de façon à ce que le niveau de l'eau (ou du mercure) dans le ballon soit au niveau voulu de l'échelle, ce qui permet alors d'agir rapidement. En tournant le robinet, on peut aussi changer le niveau de pression lentement, ou excessivement lentement. Il est essentiel que le traîneau glisse facilement dans sa rainure; à cet effet, il y a, au revers de la colonne de bois, un contrepoids, qui est formé par un traîneau semblable avec un ballon que l'on charge de la quantité de mercure voulue; une forte ficelle passant à travers un système de poulies (qu'on voit sur le dessin au sommet de l'instrument) met ces deux traîneaux en communication et permet d'obtenir un mouvement rapide et sans secousses. Si l'on veut vider l'instrument entier, ou vider le tube manométrique seul (par exemple, si la poussière l'obstrue), ou bien encore vider l'eau mélangée de sève qui baigne la surface de section, on n'a qu'à tourner le robinet dans le sens voulu et ensuite enlever le réservoir G de son traîneau et l'abaisser au-dessous de la table des expériences. Dans ce cas, le tube F sert de tube abducteur. En remplissant G d'eau et en le remettant à sa place, F remplit l'office de tube afférent. — Un détail unique me reste à mentionner. Dans la partie D du tube on aperçoit une petite ampoule fermée par un bouchon à l'émeri. Le seul but de cette disposition, c'est de permettre d'éloigner immédiatement les bulles d'air qui se dégagent quelquefois à la surface de section. Ce détail peut être supprimé puisque le réservoir G peut remplir le même but, mais dans certains cas il est très pratique de pouvoir éloigner une telle bulle sans vider le tube, et lorsque l'expérience se fait avec du mercure on ne saurait s'en passer. Il faut que le col de l'ampoule et le bouchon qui s'y adapte soient un peu longs, pour assurer une fermeture hermétique.

J'ai dit qu'on pouvait avec cet instrument se servir de mercure. C'est pour ce cas que le tube C remonte sur une longueur considérable le long d'une seconde échelle millimétrique. Deux lectures donnent ainsi la hauteur effective de la colonne de mercure, — sujette aux corrections indispensables.

Cet instrument étant au fond simplement un tube plusieurs fois

Digitized by Google

recourbé, le zéro de pression est donné par la hauteur de la surface de section sur l'échelle. Toutefois il est toujours bon d'établir au préalable expérimentalement le point exact de l'équilibre hydrostatique. Cela est surtout nécessaire avec l'instrument Thury ; avec le mien je n'ai point trouvé d'écart. En fournissant la partie qui communique avec la plante d'un tube en caoutchouc suffisamment long, de façon à pouvoir déplacer la plante suivant la verticale, on augmente facilement l'amplitude des pressions (positives ou négatives) sous lesquelles la poussée de la sève peut être observée.

---

Il y a nombre de détails ayant trait à des expériences dans le genre de celles que j'ai faites que je crois inutile de mentionner. On sait les précautions qu'il faut observer en décapitant une plante. La chose la plus essentielle, c'est de le faire sous le jet d'un flacon à lavage et de tenir la surface de section recouverte d'eau dès le tout premier instant. J'ai toujours fixé le tube en caoutchouc au moignon avec du mastic (dit mastic de l'Homme le Fort) et du gros fil de coton. La partie inférieure de la tige a été enduite du même mastic. Ce système est parfait aussi pour la soudure des tubes en caoutchouc aux tubes en verre. Il faut naturellement toujours s'assurer de la fermeture hermétique, non seulement au moignon de la plante, mais encore à chaque endroit où il y a une soudure, un robinet ou un bouchon. En opérant avec l'instrument Thury modifié ou le mien, je faisais régulièrement tous les jours des essais pour constater la fermeture hermétique de chacun des endroits en question. Cela est indispensable.

On sait qu'il faut ne point perdre de vue l'état de la surface de section. Il se forme souvent sur cette surface une espèce de mucilage qui finit par rendre la section plus ou moins imperméable à l'eau, bref, à la boucher. Dans ce mucilage se développent souvent de nombreuses bactéries, qui amènent une décomposition [1]. Un grand avantage de mon instrument est la facilité qu'il offre pour laver la surface de section. Mais chez certaines plantes, par exemple chez les *Cucur-*

[1] Consulter l'intéressant travail de M. Franz von Höhnel : *Ueber die Ursache der raschen Verminderung der Filtrationsfähigkeit von Zweigen für Wasser* (*Botanische Zeitung*, 1879, p. 302 et suiv.).

Digitized by Google

*bitacées*, la surface de section se désorganise si vite que l'unique remède est de « rafraîchir » la section en taillant la tige à quelques millimètres plus bas. Pour de longues expériences il est avantageux de choisir des plantes qui ne présentent pas cet inconvénient. La meilleure que je connaisse est le *Senecio mikanioides,* chez laquelle j'ai vu une section en parfait état, sans trace de mucilage ni de bactéries, après trente jours d'expérience. On a de même peu d'ennuis avec *Brassica* et *Ficus*. Dans tous les cas il faut avoir soin de ne pas attribuer à une cessation de la poussée ce qui n'est souvent qu'un arrêt dû à ce que la section ne laisse plus passer la sève, ou à ce que les vaisseaux sont bouchés jusqu'à une certaine profondeur au-dessous de la section. Avec une expérience qui dure plus de quinze jours la formation de *thylles* n'est pas impossible.

On trouvera les dimensions des vases, les détails de l'arrosage, de la température, etc., dans les tables des expériences. Excepté en été j'étais maître de maintenir mon laboratoire à une température peu variable; souvent l'écart dans les vingt-quatre heures ne dépassait pas deux degrés centigrades. Mes thermomètres étaient de chez Baudin (Paris). Mes instruments ont été montés dans les ateliers de la Société pour la construction d'instruments de précision de Genève.

J'ai fait beaucoup de cultures dans l'eau, avec les solutions indiquées par Kopp, Grandeau et autres. Elles ont presque toutes fort bien réussi. L'illustre botaniste, M. Edmond Boissier, a deux fois visité mon laboratoire pour voir ces plantes cultivées dans l'eau, et m'a assuré n'en avoir jamais vu d'aussi belles. Les *Vicia Faba* s'étendaient le long du plafond, quelques-uns des *Phaseolus* l'atteignaient, les *Zea Mays* étaient fort vigoureux. Mais on ne trouvera que peu de ces expériences ici, car, à l'exception de quelques exemplaires de maïs, ces plantes cultivées dans l'eau n'ont donné que peu ou point de poussée de la sève ascendante. Si ma santé m'avait permis de reprendre la suite de ces expériences, j'aurais diminué la pression progressivement avec de telles plantes; il aurait été intéressant de voir sous quelle pression (peut-être négative) la sève commence à monter, et de voir si, une fois ce niveau trouvé, on n'arriverait pas à faire supporter à la sève ascendante une pression beaucoup plus considérable que celle sous laquelle elle aspirait l'eau au début.

Sans quitter le terrain sur lequel mes recherches étaient placées, j'avais assez naturellement été amené à instituer toute une série d'es-

Digitized by Google

sais avec différentes solutions nutritives. On sait quelle influence la nutrition a sur le développement des racines. J'espérais découvrir si ce développement tellement différent des racines se traduirait dans une poussée plus ou moins énergique et plus ou moins copieuse de la sève ascendante. Je n'ai conservé pour cette publication que deux expériences (41 et 42); le reste était beaucoup trop peu avancé lorsque la maladie m'interrompit pour que les résultats pussent être coordonnés de façon à former un ensemble intelligible.

On trouvera malheureusement encore d'autres expériences très fragmentaires et dont les résultats pour la science paraissent minces : par exemple, plusieurs de celles faites avec des *Zea Mays,* cultivées dans l'eau, celles faites sur deux branches d'un même pied de *Crassula,* etc. Mais je crois qu'en étudiant l'analyse de ces expériences on verra que chacune contribue pour quelque petit détail au tout.

Je dois dire aussi que si dans mes tables et dans mes courbes graphiques j'ai toujours noté l'accroissement par heure au moment de l'observation, à l'encontre de ce que font beaucoup d'auteurs, c'est que j'y trouve moins d'arbitraire qu'au système qui consiste à mettre ce chiffre entre les deux observations.

---

Digitized by Google

# III

# TABLES DES EXPÉRIENCES

## RÉPERTOIRE

1. Brassica oleracea.
2. » »
3. » »
4. » »
5. » »
6. Pelargonium spec.
7. » »
8. Tropæolum majus.
9. » »
10. Crassula spec.
11. » »
12. » »
13. Eucalyptus globulus.
14. » »
15. Cucumis Melo.
16. Cucurbita Pepo.
17. » »
18. » »
19. » »
20. » »
21. » »
22. » »
23. Aralia spec.
24. Aralia spec.
25. Senecio mikanoïdes.
26. » »
27. » »
28. » »
29. Dahlia spec.
30. » »
31. » »
32. » »
33. Ficus elastica.
34. » »
35. Calla spec.
36. Zea Mays.
37. » »
38. » »
39. » »
40. » »
41. » »
42. » »
43. » »
44. » »
45. » »
46. » »

Digitized by Google

## 1. Brassica oleracea.

Plante cultivée dans un vase mesurant 12 sur 15 centimètres. — La tige mesure 60 mm. à partir de la surface de la terre (mais 260mm. jusqu'à l'extrémité de la feuille la plus longue); diamètre au point de section : 5,6 sur 5,5mm. — Il y a sept feuilles : leurs pétioles sont longs d'environ 60mm. ; les limbes des trois plus grandes mesurent 120 sur 85mm., de trois autres, 85 sur 60mm., de la plus petite, 25 sur 20mm. — Volume des racines desséchées : les racines secondaires seules, 1500mm. cubes, la racine pivotante 1000mm. cubes. [1])

La décapitation a lieu à 20mm. au dessus de la surface de la terre.

La plante est adaptée au manomètre. La pression est donnée par une colonne d'eau. — Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier par 20,0 les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur.

[1] Le système entier des racines et le fragment de tige inférieur à la section mesurent ensemble 2900 mm cubes.

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| | | ° | ° | | | | |
| Juin 21 . . . | 10 00 m. | 18,7 | 16,9 | | | | Arrosage. |
| | 11 00 | 18,7 | 17,0 | | | | Décapitation. |
| | 11 30 | 18,7 | 16,9 | 500,0 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 34 | 18,7 | 16,9 | 502,0 | 2,0 | 30,00 | |
| | 11 39 | 18,7 | 16,9 | 503,2 | 1,2 | 14,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau de la colonne de pression. |
| | 11 41 | 18,7 | 16,9 | 700,0 | | | |
| | 11 56 | 18,8 | 16,9 | 703,0 | 3,0 | 12,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 12 00 | 18,8 | 16,9 | 800,0 | | | |
| | 12 20 s. | 18,8 | 16,9 | 803,0 | 3,0 | 9,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 12 21 | 18,8 | 16,9 | 1000,0 | | | |
| | 12 51 | 18,8 | 17,0 | 1004,0 | 4,0 | 8,00 | |
| Juin 21 . . . | 1 30 | 18,8 | 17,0 | 1007,0 | 3,0 | 4,94 | |
| | 2 45 | 18,9 | 17,0 | 1011,9 | 4,9 | 3,92 | |
| | — | — | — | — | — | — | Après avoir adapté un long tube en caoutchouc, j'élève le niveau. |
| | 3 43 | 18,9 | 17,0 | 1300,0 | | | |
| | 3 58 | 18,9 | 17,0 | 1302,0 | 2,0 | 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 4 00 | 18,9 | 17,0 | 1400,0 | | | |
| | 4 40 | 18,9 | 17,0 | 1400,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 8 10 | 18,8 | 17,0 | 1410,3 | 10,3 | 2,94 | |
| | 8 50 | 18,5 | 16,8 | 1410,4 | 0,1 | 0,15 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 8 55 | 18,5 | 16,8 | 1500,0 | | | |
| | 10 00 | 19,1 | 17,0 | 1502,5 | 2,5 | 2,30 | |
| | 6 00 m. | 18,2 | 16,2 | 1533,9 | 31,4 | 3,92 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 6 08 | 18,2 | 16,2 | 1700,0 | | | Arrosage 10 cc. d'eau. |
| | 7 13 | 18,5 | 16,5 | 1705,3 | 5,3 | 4,80 | |
| Juin 22 . . . | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 7 15 | 18,5 | 16,5 | 1900,0 | | | |
| | 8 00 | 18,7 | 16,6 | 1903,1 | 3,1 | 4,13 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 8 05 | 18,7 | 16,6 | 2200,0 | | | |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 30 | 19°,3 | 17°,1 | 2211,0 | 11,0 | 4,50 | |
| | 12 00 | 19,4 | 17,4 | 2226,0 | 15,0 | 10,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 15 s. | 19,5 | 17,5 | 1400,0 | | | |
| | 2 15 | 19,6 | 17,5 | 1416,5 | 16,5 | 8,25 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 2 18 | 19,6 | 17,5 | 2100,0 | | | |
| | 3 23 | 19,5 | 17,5 | 2102,1 | 2,1 | 1,68 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 30 | 19,5 | 17,5 | 1300,0 | | | |
| | 3 45 | 19,7 | 17,5 | 1304,0 | 4,0 | 16,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 3 50 | 19,8 | 17,5 | 2100,0 | | | |
| Juin 22 . . . | 4 30 | 19,7 | 17,5 | 2100,5 | 0,5 | 0,75 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 00 | 19,8 | 17,5 | 1300,0 | | | |
| | 5 15 | 19,9 | 17,5 | 1303,9 | 3,9 | 15,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 18 | 20,0 | 17,5 | 1400,0 | | | |
| | 5 33 | 20,3 | 17,6 | 1402,0 | 2,0 | 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 35 | 20,3 | 17,6 | 1600,0 | | | |
| | 6 00 | 20,0 | 17,6 | 1601,9 | 1.9 | 4,56 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 05 | 20,0 | 17,6 | 1300,0 | | | |
| | 6 20 | 19,9 | 17,7 | 1302,7 | 2,7 | 10,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 6 24 | 19,9 | 17,7 | 1500,0 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 39 | 19.9 | 17,7 | 1501,1 | | 1,1 | | 4,40 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 6 42 | 19.9 | 17,7 | 1600.0 | | | | | |
| | 7 02 | 20.0 | 17,7 | 1601,5 | | 1,5 | | 4,50 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 05 | 20,0 | 17,7 | 1300,0 | | | | | |
| Juin 22. . . | 7 20 | 19,9 | 17,8 | 1302,6 | | 2,6 | | 10,40 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 7 26 | 20,0 | 17,8 | 1700,0 | | | | | |
| | 7 41 | 20,2 | 17,8 | 1700,2 | | 0,2 | | 0,80 | |
| | 8 31 | 19,9 | 17,8 | 1704,0 | | 3,8 | | 4,56 | |
| | 10 16 | 19,9 | 17,9 | 1711,4 | | 7,4 | | 4,23 | |
| | 6 00 m. | 19,7 | 17,8 | 1746,2 | | 34,8 | | 4,49 | |
| | 12 00 | 20,3 | 18,1 | 1778,9 | | 32,7 | | 5,45 | |
| | 3 00 s. | 20,4 | 18,4 | 1793,2 | | 14,3 | | 4,76 | |
| Juin 23 . . . | 6 30 | 20,6 | 18,7 | 1799,9 | | 6,7 | | 1,91 | |
| | 11 00 | 20,3 | 18,7 | 1799,4 | — | 0,5 | — | 0,11 | Après l'observation, arrosage avec 40cc. d'eau. |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 10 | 20.3 | 18,7 | 312,0 | | | | | |
| | 7 00 m. | 19,3 | 17,5 | 357,4 | | 45,4 | + | 5,66 | |
| | 9 00 | 20,5 | 18,5 | 366,9 | | 9,5 | | 4,75 | |
| | 9 15 | 20,6 | 18,7 | 368,2 | | 1,3 | | 5,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 9 25 | 20,7 | 18,7 | 2200,0 | | | | | |
| | 10 10 | 20,8 | 18,8 | 2196,1 | — | 3,9 | — | 5,20 | |
| Juin 24 . . . | 10 50 | 20,8 | 18,8 | 2197,0 | + | 0,9 | + | 1,35 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 07 | 20,9 | 18,8 | 162,1 | | | | | |
| | 11 37 | 21,0 | 18,9 | 168,6 | | 6,5 | | 13,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 11 42 | 21,0 | 18,9 | 2200,0 | | | | | |
| | 12 22 s. | 21,1 | 18,9 | 2195,2 | — | 4,8 | — | 7,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 35 | 21°,1 | 18°,9 | 2100,0 | | | |
| | 1 35 | 21,0 | 18,9 | 2102,1 | 2,1 | + 2,10 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 1 42 | 21,0 | 18,9 | 2193,1 | | | |
| | 2 42 | 21,0 | 18,9 | 2194,1 | 1,0 | 1,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 2 48 | 21,0 | 18.9 | 2195,1 | | | |
| | 3 23 | 21,0 | 18.9 | 2196,0 | 0.9 | 1,54 | |
| | 4 03 | 21,4 | 19,0 | 2196,9 | 0,9 | 1,35 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 14 | 21,4 | 19,2 | 30,0 | | | |
| | 4 29 | 21,4 | 19,5 | 33,5 | 3,5 | 14.00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juin 24 . . . | 5 05 | 21,5 | 19,7 | 30,7 | | | |
| | 5 35 | 21,5 | 19,9 | 33,1 | 2,4 | 4,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 39 | 21,5 | 19,9 | 2200,0 | | | |
| | 5 40 | 21,5 | 19,9 | 2199,0 | — 1,0 | — 60.00 | |
| | 5 42 | 21,5 | 19,9 | 2198,0 | — 1,0 | — 30.00 | |
| | 5 43 1/2 | 21,5 | 19,9 | 2197,5 | — 0,5 | — 20.00 | |
| | 5 46 | 21,5 | 19,9 | 2197,0 | — 0.5 | — 12.00 | |
| | 5 50 | 21,5 | 19,9 | 2196,5 | — 0.5 | — 7,50 | |
| | 5 55 | 21,5 | 19,9 | 2196,0 | — 0,5 | — 6,00 | |
| | 5 59 1/2 | 21,5 | 19,9 | 2195,5 | — 0,5 | — 6,66 | |
| | 6 08 | 21.5 | 19,9 | 2195,0 | — 0,5 | — 3,53 | |
| | 6 13 | 21.5 | 19,9 | 2195,7 | + 0,7 | + 4.20 | |
| | 6 18 | 21,5 | 19,9 | 2195,5 | — 0,2 | — 2,40 | |
| | 6 32 | 21,6 | 19,9 | 2194,0 | — 1,5 | — 6,42 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 24. . . . | 6 57 | 21,7 | 19,7 | 2193,3 | — | 0,7 | — | 1,08 | |
| | 7 50 | 21,5 | 19,7 | 2188,0 | — | 5,3 | — | 6,00 | |
| | 10 45 | 21,0 | 19,0 | 2185,1 | — | 2,9 | — | 0,97 | |
| Juin 25 . . . | 8 00 m. | 21,2 | 18,5 | 2179,1 | — | 6,0 | — | 0,65 | |
| | 10 00 | 21,4 | 18,8 | 2177,6 | — | 1,5 | — | 0,75 | |
| | 10 15 | — | — | | | | | | Arrosage, 100 cc. d'eau. |
| | 10 40 | 21,5 | 19,0 | 2179,4 | + | 1,8 | + | 2,70 | |
| | 11 05 | 21,5 | 19,3 | 2180,1 | | 0,7 | | 1,68 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 11 07 | 21,5 | 19,3 | 2183,0 | | | | | |
| | 11 55 | 21,7 | 19,5 | 2184,1 | | 1,1 | | 1,32 | |
| | 10 55 s. | 21,4 | 19,1 | 2191,9 | | 7,8 | | 0,77 | |

L'examen microscopique de la surface de section montre la tige à l'état normal. L'eau du tube contient quelques très petites bactéries.

---

## 2. Brassica oleracea.

Plante cultivée dans un vase qui est haut de 12, 5 centimètres, large de 15 centimètres. La tige mesure 75 mm. à partir de la surface de la terre (305 mm. jusqu'au sommet de la feuille la plus longue); diamètre au point de section: 7,5 sur 7,25 mm. Il y a huit feuilles; leurs pétioles sont longues d'environ 110 mm. au maximum; les limbes des quatre plus grandes mesurent 130 sur 95 mm.; celui d'une cinquième, 100 sur 65 mm., d'une sixième, 75 sur 50 mm., d'une septième, 55 sur 35 mm., de la huitième, 40 sur 20 mm. Volume des racines desséchées : les racines secondaires seules, 2500 mm. cubes, la racine pivotante, 2000 mm. cubes. Les racines recouvrent tout le fond du vase.

La décapitation a lieu à 22 mm. au-dessus de la surface de la terre.

La plante est adaptée au manomètre. La pression est donnée par une colonne de mercure. Pour

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20,0 | | | | | | | |
| La pression Hg. est calculée en pression $H_2O$. Les chiffres sont corrigés à zéro. | | | | | | | |
| | 10 15 m. | 21,0 | 18,3 | — | — | — | Décapitation. |
| | 10 30 | 21,1 | 18,3 | — | — | — | Arrosage. |
| | 11 35 | 21,2 | 18,4 | — 197,2 | | | |
| | 12 05 s. | 21,2 | 18,4 | — 115,6 | + 81,6 | + 163,20 | |
| | 12 20 | 21,2 | 18,4 | — 89,7 | 25,9 | 103,60 | |
| | 12 35 | 21,1 | 18,4 | — 77,5 | 12,2 | 48,80 | |
| | 1 05 | 21,0 | 18,4 | — 61,2 | 16,3 | 32,60 | |
| | 1 35 | 21,0 | 18,3 | — 54,4 | 6,8 | 13,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 1 40 | 21,0 | 18,3 | + 34,0 | | | |
| Juin 27 . . . | 2 05 | 21,0 | 18,3 | 20,4 | — 13,6 | — 32,64 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 10 | 21,0 | 18,3 | — 34,0 | | | |
| | 2 25 | 21,0 | 18,3 | — 34,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 2 45 | 21,0 | 18,3 | — 34,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 3 00 | 21,0 | 18,3 | — 34,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 3 15 | 21,1 | 18,3 | + 80,2 | | | |
| | 3 30 | 21,1 | 18,4 | 54,4 | — 25,8 | — 103,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 3 38 | 21,1 | 18,4 | + 761,6 | | | |
| | 3 39 | 21,1 | 18,4 | 748,0 | — 13,6 | — 816,00 | |
| | 3 41 | 21,1 | 18,4 | 734,4 | — 13,6 | — 408,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 01 | 21,2 | 18,3 | 720,8 | — 13,6 | — 40,80 | J'abaisse le niveau. |
| | — | — | — | — | — | — | |
| Juin 27 . . . | 4 15 | 21,2 | 18,3 | 530,4 | | | |
| | 4 35 | 21,0 | 18,3 | 537,2 | + 6,8 | + 20,40 | |
| | 5 10 | 21,0 | 17,9 | 546,7 | 9,5 | 16,08 | |
| | 6 55 | 20,6 | 17,5 | 567,1 | 20,4 | 11,66 | |
| | 7 40 | 20,4 | 17,3 | 584,8 | 17,7 | 23,60 | |
| | 10 10 | 18,4 | 16.1 | 598,4 | 13,6 | 5,44 | |
| | 7 40 m. | 19,2 | 17,4 | 833,7 | 235,3 | 24,77 | |
| | 9 40 | 20,3 | 17,3 | 877,2 | 43,5 | 21,75 | |
| | 11 50 | 20,4 | 18,3 | 881,2 | 4,0 | 1,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | De suite après l'observation arrosage, 100 cc. d'eau. |
| | 11 55 | 20,4 | 18,3 | 888,0 | 6,8 | 81,60 | |
| | 12 25 s. | 20,6 | 18,3 | 907,1 | 19,1 | 38,20 | |
| Juin 28 . . . | 1 25 | 20,8 | 17,9 | 938,4 | 31,3 | 31,30 | |
| | 4 40 | 20,8 | 17,9 | 986,0 | 47,6 | 14,64 | |
| | 5 10 | 20,8 | 17,9 | 991.4 | 5,4 | 10,80 | |
| | 5 25 | 20,8 | 17,9 | 992,8 | 1,4 | 5,60 | |
| | 5 30 | 20,8 | 17.9 | 999,6 | 6,8 | 81,60 | |
| | 6 00 | 20,9 | 18,0 | 999,6 | 0,0 | 0,00 | |
| | 6 45 | 21,0 | 17,9 | 1017,3 | 17,7 | 23,60 | |

Ici le tube manométrique s'est brisé, ce qui a terminé l'expérience.

---

### 3. Brassica oleracea.

Plante cultivée dans un vase qui mesure 12.2 sur 14.3 centimètres. La tige mesure 100 mm. à partir de la surface de la terre (301.5 mm. jusqu'à l'extrémité de la feuille la plus longue) ; diamètre au point de section : 6.0 sur 5.5 mm. Il y a huit feuilles ; la longueur des pétioles varie de 15 à

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 90 mm. : le limbe mesure chez trois feuilles 100 sur 70 mm., chez deux 125 sur 90 mm., chez les trois autres. 70 sur 50 mm., 45 sur 30 mm. et 25 sur 15 mm. Volume total des racines desséchées : 1000 mm. cubes. La décapitation a lieu à 22 mm. au-dessus de la surface de la terre. La plante est adaptée au manomètre. La pression est donnée par une colonne d'eau. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20.0 |
| | 10 30 m. | 21,1 | 18,2 | | | | Arrosage. |
| | 11 40 | 21,2 | 18,2 | | | | Décapitation. |
| | 12 14 s. | 21,2 | 18,3 | 810,0 | | | |
| | — | — | — | 755,0 | — 55,0 | ? | Baisse instantanée. |
| | 12 15 | 21,2 | 18,3 | 754,8 | — 0,2 | ? | |
| | 12 20 | 21,2 | 18,3 | 753,7 | — 1,1 | — 13,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 23 | 21,2 | 18,3 | 750,0 | | | |
| Juin 27 . . . | 12 35 | 21,1 | 18,3 | 749,0 | — 1,0 | — 5,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 37 | 21,1 | 18,3 | 730,0 | | | |
| | 1 07 | 21,0 | 18,3 | 729,5 | — 0,5 | — 1,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 1 09 | 21,0 | 18,3 | 720,1 | | | |
| | 1 39 | 21,0 | 18,3 | 720,1 | 0,0 | 0,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 1 42 | 21,0 | 18,3 | 715,0 | | | |
| | 2 02 | 21,0 | 18,2 | 709,5 | — 5,5 | — 16,50 | |
| | 2 22 | 21,0 | 18,2 | 709,0 | — 0,5 | — 1,50 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 27 | 21,0 | 18,2 | 709,5 | + | 0,5 | + | 6,00 | |
| | 2 30 | 21,0 | 18,2 | 709,9 | + | 0,4 | + | 8,00 | |
| | 2 35 | 21,0 | 18,2 | 709,5 | — | 0,4 | — | 4,80 | |
| | 2 47 | 21,0 | 18,2 | 709,2 | — | 0,3 | — | 1,50 | |
| | 2 57 | 21,0 | 18,2 | 709,8 | + | 0,6 | + | 3,60 | |
| | 3 15 | 21,1 | 18,2 | 709,2 | — | 0,6 | — | 2,00 | |
| | 3 18 | 21,1 | 18,2 | 709,3 | + | 0,1 | + | 2,00 | |
| | 3 30 | 21,1 | 18,2 | 709,1 | — | 0,2 | — | 1,00 | |
| | 3 40 | 21,1 | 18,2 | 709,2 | + | 0,1 | + | 0,60 | |
| Juin 27 . . . | 3 47 | 21,1 | 18,2 | 709,2 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 10 | 21,2 | 18,3 | 37,0 | | | | | |
| | 4 35 | 21,0 | 18,3 | 31,8 | — | 5,2 | — | 12,48 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 4 40 | 21,0 | 18,2 | 37,2 | | | | | |
| | 5 10 | 21,0 | 17,9 | 36,0 | — | 1,2 | — | 2,40 | |
| | 6 55 | 20,6 | 17,0 | 37,2 | + | 1,2 | + | 0,68 | |
| | 7 40 | 20,4 | 17,1 | 38,0 | + | 0,8 | + | 1,07 | |
| | 10 10 | 18,4 | 16,7 | 37,5 | — | 0,5 | — | 0,20 | |
| | 7 40 m. | 19,2 | 17,9 | 57,0 | + | 19,5 | + | 2,05 | |
| | 9 40 | 20,3 | 18,1 | 61,9 | | 4,9 | | 2,45 | |
| | 11 45 | 20,4 | 18,7 | 65,5 | | 3,6 | | 1,72 | |
| | 11 47 | — | — | | | | | | Arrosage ; 100 cc. d'eau. |
| | 11 50 | 20,4 | 18,8 | 66,2 | | 0,7 | | 8,40 | |
| | 11 56 | 20,5 | 18,8 | 66,5 | | 0,3 | | 3,00 | |
| Juin 28 . . . | 12 25 s. | 20,6 | 18,8 | 67,0 | | 0,5 | | 1,03 | |
| | 1 25 | 20,8 | 18,5 | 68,5 | | 1,5 | | 1,50 | |
| | 4 40 | 20,8 | 18,0 | 74,5 | | 6,0 | | 1,84 | |
| | 5 10 | 20,8 | 18,0 | 75,7 | | 1,2 | | 2,40 | |
| | 5 25 | 20,8 | 18,0 | 76,4 | | 0,7 | | 2,80 | |
| | 6 10 | 20,9 | 18,0 | 77,1 | | 0,7 | | 0,93 | |
| | 7 10 | 21,1 | 17,8 | 78,8 | | 1,7 | | 1,70 | |
| | 7 55 | 21,1 | 17,7 | 79,1 | | 0,3 | | 0,40 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| Juin 28 . . . | 8 15 | 21°,1 | 17°,7 | 80,0 | 0.9 | 2,70 | |
| | 7 50 m. | 18,8 | 16,0 | 83,6 | 3,6 | 0,31 | |
| | 11 00 | 19.9 | 16,9 | 94,1 | 10,5 | 3,31 | Arrosage après l'observation. |
| | 12 00 | 20,2 | 17,1 | 96,8 | 2,7 | 2,70 | |
| Juin 29 . . . | 1 25 s. | 20,4 | 17,6 | 99,0 | 2,2 | 1,50 | |
| | 2 40 | 20,8 | 18,1 | 101,0 | 2,0 | 1.60 | |
| | 5 10 | 20,6 | 18,1 | 102,4 | 1,4 | 0,56 | |
| | 7 55 | 20,8 | 18.3 | 106,0 | 3,6 | 1,30 | |

La surface de section, examinée au microscope, est trouvée modifiée dans une couche qui n'est épaisse que d'une fraction de millimètre. Les parois cellulaires sont recouvertes d'une sorte d'exsudation. Au-dessous de cette mince couche, la structure histologique de la tige est normale.

---

### 4. Brassica oleracea.

Plante âgée de six mois, cultivée en pleine terre et mise en pot trois jours avant le commencement de l'expérience. On a eu soin de prendre beaucoup de terre, de façon qu'aucune extrémité de racine n'a pu être lésée. Le vase dans lequel le pied a été transplanté mesure 26 centimètres en hauteur, sur 30 centimètres en largeur à sa partie supérieure. La terre est une terre lourde, glaiseuse, laquelle (ainsi que Sachs l'a prouvé) conserve l'humidité très longtemps, mais en abandonne beaucoup moins aux racines des plantes que les terres plus poreuses. La tige mesure 60 mm. à partir de la terre: diamètre, 16 sur 17 mm. La « tête » de jeunes feuilles est pleine, verte et fraiche; elle mesure 160 sur 350 mm. et pèse exactement 250 grammes. Le volume des racines n'a pu être mesuré à cause de

Digitized by Google

la nature du sol.

La décapitation a lieu à 30 mm. au-dessus de la surface de la terre. Le 1er février une seconde décapitation la met à 28 mm.

La plante est adaptée à un manomètre. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20,0.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 00 m. | — | — | — | — | — | Arrosage à saturation. |
| | 1 40 s. | — | — | — | — | — | Décapitation. |
| | 2 25 | 16,0 | 12,7 | 0,0 | — | — | |
| | 2 30 | 16,0 | 12,7 | 45,0 | 45,0 | 540,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 43 | 16,0 | 12,7 | 0,0 | — | — | |
| | 2 48 | | | 3,8 | 3,8 | 45,60 | |
| | 2 53 | | | 6,0 | 2,2 | 26,40 | |
| | 3 03 | 16,0 | — | 9,0 | 3,0 | 18,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 06 | | | 0,0 | — | — | |
| Janvier 31 . . | 3 26 | | | 4,8 | 4,8 | 14,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 27 | 16.0 | 12,7 | 0,0 | — | — | |
| | 5 57 | 15,3 | 12,7 | 23,4 | 23,4 | 9,36 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 00 | — | — | 0.0 | — | — | |
| | 11 15 | 17,0 | 13,0 | 42,5 | 42,5 | 8,09 | J'abaisse le niveau et ferme le robinet de communication avec la plante. |
| | 11 16 | — | — | — | — | — | |
| | 11 41 | | | 0.0 | — | — | |
| | — | — | — | — | — | — | J'ouvre le robinet. |
| | — | — | — | — | — | — | Hausse instantanée à 22,0. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 45 | 16 8 | 13,4 | 0,0 | — | — | |
| Février 1 . . | 5 15 m. | 15 8 | 13,5 | 51,8 | 51,8 | 9,49 | J'abaisse le niveau. |
| | — | — | — | — | — | — | |
| | 5 20 | — | — | 0,0 | | | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| | 5 30 | 15°,9 | 13°,5 | 2,1 | 2,1 | 12,60 | |
| | 7 45 | 17,0 | 13,8 | 21,4 | 19,3 | 8,57 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 48 | — | — | 0,0 | | | |
| | 9 12 | 17,2 | 14,0 | 12,0 | 12,0 | 8,47 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 15 | 17,2 | 14,0 | 0,0 | — | — | |
| | 10 00 | 16,8 | 14,0 | 6,2 | 6,2 | 8,26 | |
| | 10 30 | | | 10,0 | 3,8 | 7,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 35 | 16,2 | 14,0 | 0,0 | — | — | |
| | 11 35 | 16,1 | 14,0 | 7,5 | 7,5 | 7,50 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Février 1 . . | 11 40 | — | — | 0,0 | | | |
| | 11 55 | — | — | 2,7 | 2,7 | 10,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 57 | 18,0 | 14,0 | 0,0 | — | — | |
| | 12 12 s. | 18,3 | 14,0 | 2,3 | 2,3 | 9,20 | |
| | 12 27 | 18,3 | 14,0 | 4,1 | 1,8 | 7,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 30 | — | — | 0,0 | | | |
| | 1 00 | 19,0 | 14,0 | 4,1 | 4,1 | 8,20 | |
| | 1 30 | 18,5 | | 7,5 | 3,4 | 6,80 | |
| | 1 55 | 18,0 | 14,0 | 9,8 | 2,3 | 5,53 | |
| | 3 25 | 20,3 | — | 21,9 | 21,9 | 12,1 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 30 | | | 0,0 | | | |
| | 3 40 | | | 2,3 | 2,3 | 13,80 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Février 1 . . | — | — | — | — | — | — | Interruption. |

J'ai examiné la surface de section et l'ai trouvée en parfait état. Néanmoins j'ai enlevé une tranche épaisse de 2 mm. En recommençant l'expérience il y a eu au premier moment une assez vive *succion* d'eau, allant jusqu'à 18 mm. par seconde.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 13 | 19,0 | 14,5 | 0,0 | | | |
| | 4 23 | 18,5 | — | 1.8 | 1,8 | 10,80 | |
| | 4 33 | 18,2 | 14,8 | 3.2 | 1,4 | 8,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 45 | 18,2 | — | 0,0 | — | — | |
| | 5 00 | 18,1 | 14,9 | 3,0 | 3,0 | 12,00 | |
| | 5 15 | 18,0 | 15,0 | 5,4 | 2,4 | 9.60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 20 | — | — | 0,0 | | | |
| | 5 35 | 18,3 | 14,9 | 2,9 | 2,9 | 11,60 | |
| | 5 50 | 18,2 | — | 5,2 | 2,3 | 9,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 54 | — | — | 0,0 | | | |
| Février 1 . . | 6 09 | 18,3 | 14,9 | 3,1 | 3,1 | 12.40 | |
| | 6 24 | 18,3 | 14,9 | 5,7 | 2,6 | 10,40 | |
| | 6 39 | 18,3 | 14,9 | 8,0 | 2,3 | 9,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 42 | 18,3 | 14,9 | 0,0 | — | — | |
| | 6 57 | 18,3 | 14.9 | 3,0 | 3,0 | 12,00 | |
| | 7 27 | 18,0 | 15,2 | 7,8 | 4,8 | 9,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 7 30 | — | — | 100,0 | — | — | |
| | 8 00 | 18,0 | 15,2 | 104,5 | 4,5 | 9,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 06 | 18,0 | 15,2 | 0,0 | — | — | |
| | 9 06 | 18,0 | 15,3 | 11,3 | 11,3 | 11,30 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 9 08 | — | — | 100,0 | | | |
| | 9 23 | 18,4 | 15,3 | 102,0 | 2,0 | 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 30 | — | — | 0,0 | — | — | |
| | 9 40 | — | — | 2,5 | 2,5 | 15,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| Février 1 . . | 9 42 | 18,3 | 15,3 | 100,0 | — | — | |
| | 9 52 | 18,4 | — | 101,2 | 1,2 | 7,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 58 | — | 15,3 | 0,0 | | | |
| | 10 08 | — | — | 2,7 | 2,7 | 16,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 10 | 18,7 | 15,3 | 0,0 | | | |
| | 5 10 m. | 17,0 | 15,3 | 74,8 | 74,8 | 10,68 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 15 | 17,2 | 15,3 | 0,0 | | | |
| | 5 25 | 17,3 | 15,3 | 2,2 | 2,2 | 13,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 28 | — | — | 100,0 | — | — | |
| | 5 38 | — | 15,3 | 1,3 | 1,3 | 7,80 | |
| Février 2 . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 45 | 17,4 | 15,3 | 0,0 | — | — | |
| | 5 55 | — | — | 2,3 | 2,3 | 13,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 58 | — | — | 100,0 | | | |
| | 6 08 | 17,8 | 15,3 | 101,3 | 1,3 | 7,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 12 | 17,8 | 15,3 | 0,0 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 22 | 17,7 | 15,3 | 2,4 | 2,4 | 14,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 6 26 | 17,5 | — | 200,0 | — | — | |
| | 6 41 | — | — | 201,4 | 1,4 | 5,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 47 | 17,4 | 15,3 | 0.0 | | | |
| | 7 02 | — | — | 3,9 | 3,9 | 15,60 | |
| | — | — | — | -- | — | — | J'élève le niveau. |
| | 7 05 | — | — | 200.0 | — | — | |
| | 7 20 | 17,5 | — | 201,3 | 1,3 | 5,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 28 | 17.5 | 15,2 | 0,0 | — | — | |
| | 7 43 | 17,9 | 15,3 | 4,0 | 4,0 | 16,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 7 48 | — | — | 300,0 | | | |
| | 8 03 | 15,8 | 15,1 | 300,9 | 0,9 | 3,60 | |
| Février 2 . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 12 | 16,5 | — | 0,0 | | | |
| | 8 27 | 16,7 | 15,0 | 4,1 | 4,1 | 16,40 | |
| | — | — | — | -- | — | — | J'élève le niveau. |
| | 8 31 | 16,6 | 15,0 | 300,0 | | | |
| | 8 46 | 16,8 | 15,0 | 301,1 | 1,1 | 4,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 52 | 16,5 | 14,9 | 0,0 | — | — | |
| | 9 02 | 16.7 | 14,8 | 3,0 | 3,0 | 18,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 04 | 16.5 | — | 300,0 | — | — | |
| | 9 19 | 16.5 | 14,6 | 300,8 | 0,8 | 3,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 24 | 16,6 | — | 0,0 | | | |
| | 9 39 | 16.5 | 14,5 | 4,1 | 4,1 | 16,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 50 | 16,5 | 14,5 | 300,0 | — | — | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 05 | 16°,5 | 14°,4 | 301,1 | 1,1 | 4,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 11 | 16,5 | — | 0,0 | — | — | |
| | 10 26 | 16,5 | — | 3,9 | 3,9 | 15,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 10 30 | — | 14,4 | 300,0 | | | |
| | 10 45 | 16,5 | 14,4 | 300,3 | 0,3 | 1,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 50 | — | — | 0,0 | | | |
| | 11 05 | 16,5 | 14,3 | 3,6 | 3,6 | 14,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 11 09 | — | — | 100,0 | — | — | |
| | 11 24 | 16,5 | 14,3 | 101,9 | 1,3 | 7,60 | |
| Février 2 . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 31 | — | — | 0,0 | | | |
| | 11 46 | 16,6 | 14,3 | 2,9 | 2,9 | 11,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 11 52 | — | — | 100,0 | — | — | |
| | 12 07 s. | 16,5 | 14,3 | 101,3 | 1,3 | 5,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 10 | — | — | 0,0 | — | — | |
| | 12 25 | 16,6 | 14,3 | 2,7 | 2,7 | 10,80 | |
| | 12 30 | — | — | — | — | — | Arrosage, 100 c. d'eau. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 31 | — | — | 0,0 | | | |
| | 12 46 | 16,6 | 14,3 | 2,5 | 2,5 | 10,00 | |
| | 12 50 | — | — | — | — | — | Arrosage ; 100 cc. d'eau. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 55 | | | 0,0 | | | |
| | 2 10 | 16,5 | | 13,0 | 13,0 | 10,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 2 24 | 16,8 | 14,3 | 100,0 | — | — | |
| | 2 39 | 1,65 | 14,3 | 102,3 | 2,3 | 9,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 43 | 1,65 | 14,3 | 0,0 | | | |
| | 2 58 | 16,3 | 14,3 | 3.4 | 3,4 | 13,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 3 00 | — | — | 100,0 | — | — | |
| | 3 15 | 16,5 | 14,3 | 102,1 | 2,1 | 8,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 20 | — | — | 0,0 | | | |
| | 3 35 | 16,4 | 14,3 | 3,3 | 3,3 | 13,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 3 39 | — | — | 200,0 | — | — | |
| Février 2 . . | 3 54 | 16,4 | 14,2 | 201,4 | 1,4 | 5,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 00 | | 14,2 | 0,0 | — | — | |
| | 4 15 | 16,5 | | 3,4 | 3,4 | 13,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 4 18 | — | — | 200,0 | | | |
| | 4 33 | 16,9 | 14,3 | 201,2 | 1,2 | 4,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 38 | — | — | 0,0 | | | |
| | 4 53 | 17,0 | | 4,0 | 4,0 | 16,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 4 59 | — | — | 300,0 | — | — | |
| | 5 14 | 16,9 | 14,2 | 301,0 | 1,0 | 4,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 19 | — | — | 0,0 | | | |
| | 5 34 | — | — | 4,0 | 4,0 | 16,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 37 | 17,0° | 14,3° | 300,0 | — | — | |
| | 5 52 | 17,5 | 14,3 | 300,1 | 0,1 | 0,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 57 | 17,5 | 14,3 | 0,0 | — | — | |
| | 6 12 | 17,4 | | 4,1 | 4,1 | 16,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 6 15 | — | — | 300,0 | — | — | |
| | 6 30 | 17,4 | 14,2 | 300,5 | 0,5 | 2,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 36 | — | — | 0,0 | | | |
| | 6 51 | 17,3 | | 4,1 | 4,1 | 16,40 | |
| Février 2 . . | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 6 56 | — | — | 300,0 | | | |
| | 7 26 | 16.8 | 14,2 | 303,2 | 3,2 | 6,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 36 | — | — | 0,0 | — | — | |
| | 8 06 | 16,8 | 14,1 | 8,1 | 8,1 | 16.20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 10 | — | — | 0,0 | — | — | |
| | 8 50 | 16,4 | 14,1 | 8,0 | 8,0 | 12,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | La montre, qui avançait, est remise à l'heure exacte. | | | | | | |
| | 8 45 | | | 0,0 | | | |
| | 4 45 m. | 16,4 | 14,3 | 85,0 | 85,0 | 10,62 | |
| | 4 50 | — | — | — | — | — | Arrosage 400 cm³. d'eau. |
| Février 3 . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 10 | 16,7 | | 0,0 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 25 | 16,6 | | 3,1 | | 3,1 | | 12,40 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 5 30 | | | 400,0 | | | | | |
| | 5 45 | 16,5 | | 400,5 | | 0,5 | | 2,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 50 | 16,5 | | 0,0 | | | | | |
| | 6 05 | 16,5 | 14,3 | 4,4 | | 4,4 | | 17,60 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 6 09 | | | 500,0 | | | | | |
| | 6 39 | 16,4 | | 501,0 | | 1,0 | | 2,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 49 | 16,6 | 14,3 | 0,0 | | | | | |
| | 7 04 | 16,6 | | 4,5 | | 4,5 | | 18,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 7 08 | | | 600,0 | | | | | |
| | 7 09 | | | 598,1 | — | 1,9 | — | 114,00 | |
| Février 3 . . | 7 10 | | | 597,4 | — | 0,7 | — | 42,00 | |
| | 7 12 | | | 569,9 | — | 0,5 | — | 15,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 15 | 16,7 | | 550,0 | | | | | |
| | 7 30 | 16,7 | 14,3 | 551,2 | + | 1,2 | + | 4,80 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 38 | | | 0,0 | | | | | |
| | 7 53 | 16,4 | 14,2 | 5,1 | | 5,1 | | 20,40 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 7 56 | | | 600,0 | | | | | |
| | 7 57 | | | 598,8 | — | 1,2 | — | 72,00 | |
| | 7 58 | | | 598,3 | — | 0,5 | — | 30,00 | |
| | 8 00 | 16,3 | | 597,6 | — | 0,7 | — | 21,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 01 | | | 590,0 | | 0,0 | | | |
| | 8 06 | | | 590,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 8 10 | | | 580.0 | | | |
| | 8 15 | | 14,1 | 580,4 | + 0,4 | + 4.80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 8 16 | 16,0 | | 590,0 | | | |
| | 8 21 | | | 591,2 | 1,2 | 14,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 8 23 | | | 600,0 | | | |
| | 8 28 | | | 600,4 | 0.4 | 4.80 | |
| | 8 33 | 16,0 | | 601,4 | 0,6 | 7.20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 37 | | | 0.0 | | | |
| | 8 42 | | | 3,0 | 3,0 | 36,00 | |
| | 8 47 | | | 4,9 | 1.9 | 22.80 | |
| Février 3 . . | 8 52 | | 14,0 | 6,1 | 1,2 | 14,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 8 59 | | | 700,0 | | | |
| | 9 00 | 16,5 | | 698,4 | — 1,6 | — 96,00 | |
| | 9 01 | | | 697,8 | — 0,6 | — 36.00 | |
| | 9 02 | | | 697,4 | — 0.4 | — 24,00 | |
| | 9 03 | | | 697,1 | — 0,3 | — 18.00 | |
| | 9 04 | | | 696,9 | — 0.2 | — 12.00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 07 | | | 650,0 | | | |
| | 9 17 | 16,5 | | 650,4 | + 0,4 | + 2,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 19 | | | 675,0 | | | |
| | 9 29 | | | 675,3 | + 0,3 | + 1,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 33 | 16,3 | | 690,0 | | | | | |
| | 9 43 | | | 690,5 | + | 0,5 | + | 3,00 | |
| | 9 48 | | | 691,0 | | 0,5 | | 6,00 | |
| | 9 53 | 16,8 | 14,0 | 691,4 | | 0,4 | | 4,80 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10,00 | 16,9 | | 0,0 | | | | | |
| | 10 10 | 16,8 | 14,0 | 4,1 | | 4,1 | | 24,60 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 10 15 | | | 695,0 | | | | | |
| | 10 16 | | | 692,5 | — | 2,5 | — | 150,00 | |
| | 10 17 | | | 691,8 | — | 0,7 | — | 42,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 18 | 16,9 | | 690,0 | | | | | |
| | 10 23 | | | 688,9 | — | 1,1 | — | 13,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 24 | | | 680,0 | | | | | |
| Février 3 . . | 10 34 | 16,9 | | 682,2 | + | 2,2 | + | 13,20 | |
| | — | — | | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 10 35 | | | 685,0 | | | | | |
| | 10 40 | | | 685,0 | | 0,0 | | 0.00 | |
| | 10 45 | 16,9 | | 685,1 | | 0,1 | | 1,20 | |
| | — | — | | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 10 46 | | | 690,0 | | | | | |
| | 10 51 | | | 690,1 | | 0,1 | | 1,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 00 | 16,5 | 14,0 | 0,0 | | | | | |
| | 11 15 | | | 5,2 | | 5,2 | | 20,80 | |
| | — | — | | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 11 20 | | | 590,0 | | | | | Chute subite. |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 22 | | | 580.0 | | | | | Chute subite. |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 23 | | | 575,0 | | | | | Chute subite. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 24 | 17,0 | 14,0 | 570,0 | | | Chute subite. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 25 | | | 565,0 | | | |
| | 11 30 | | | 564,6 | — 0,4 | — 4,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 31 | 17,1 | | 560,0 | | | |
| | 11 36 | 17,1 | 14,0 | 560,2 | + 0,2 | + 2,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 42 | 17,0 | | 0,0 | | | |
| | 11 52 | 17,0 | | 3,6 | 3,6 | 21,60 | |
| | 11 57 | | | 4,8 | 1,2 | 14,40 | |
| | 12 02 s. | | | 6,0 | 1,2 | 14,40 | |
| Février 3 . . | 12 07 | | | 7,0 | 1,0 | 12,00 | |
| | 12 12 | | | 7,9 | 0,9 | 10,80 | |
| | 12 17 | | | 8,7 | 0,8 | 9,60 | |
| | 12 22 | | | 9,4 | 0,7 | 8,40 | |
| | 12 27 | 17,0 | 14,0 | 10,1 | 0,7 | 8,40 | |
| | 12 37 | | | 11,8 | 1,7 | 10,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 40 | 17,0 | 14,0 | 0,0 | | | |
| | 1 40 | 16,5 | 14,0 | 9,9 | 9,9 | 9,90 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 1 45 | | | 0,0 | | | |
| | 2 40 | | | 8,7 | 8,7 | 9,49 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 41 | 16.5 | 14,0 | 0,0 | | | |
| | 3 56 | 16,8 | | 12,0 | 12,0 | 9,60 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — | | — | | — | | J'abaisse le niveau. |
| | 4 04 | 16,8 | 13,9 | 0,0 | | | | |
| | 4 14 | | | 2,0 | | 2,0 | 12,00 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'élève le niveau. |
| | 4 17 | 17,0 | | 100,0 | | | | |
| | 4 27 | 16,8 | | 101,4 | | 1,4 | 8,40 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 31 | 16,7 | 13,9 | 0,0 | | | | |
| | 4 41 | 16,5 | | 2,0 | | 2,0 | 12,00 | |
| | 4 45 | — | — | — | | — | — | Je soulève la colonne d'eau aussi rapidement que possible. |
| | 4 45 1/2 | | | 600,0 | | | — | La colonne baisse à vue d'œil, à raison de 2 mm. environ par 1/2 minute. |
| | — | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 51 | 17,0 | | 0,0 | | | | |
| | 5 01 | | | 3,1 | | 3.1 | 18.60 | |
| | — | — | — | — | | — | — | Je relève le niveau lentement, de sorte qu'il ne fait que 55 mm. à la minute. |
| Février 3 . . | — | | | | | | | |
| | 5 12 | 17,0 | 13,9 | 600,0 | | | | |
| | 5 14 | | | 599.1 | — | 0,9 | — 27,00 | |
| | 5 17 | 17,0 | | 598,9 | — | 0,2 | — 4,00 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 18 | | | 0,0 | | | | |
| | 5 28 | | | 4,1 | + | 4,1 | + 24,60 | |
| | 5 31 | — | — | — | | — | — | Je relève le niveau si lentement, qu'il met 29 minutes pour faire le trajet de 4,1 à 600,0. |
| | 5 50 | | | | | | | |
| | 5 51 | 17,0 | | 600,0 | | | | |
| | 5 56 | | | 600,0 | | 0,0 | 0.00 | |
| | 6 01 | | 13,9 | 600,0 | | 0,0 | 0.00 | |
| | 6 06 | | | 600,3 | | 0,3 | 3,60 | |
| | 6 11 | 17,0 | | 600,9 | | 0,6 | 7.20 | |
| | 6 16 | 17,1 | 13,9 | 601,2 | | 0,3 | 3,60 | |
| | 6 21 | 17,2 | | 601,8 | | 0,6 | 7,20 | |
| | 6 26 | 17,2 | | 602,2 | | 0,4 | 4,80 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 31 | 17,0° | ° | 602,7 | 0,5 | 6,00 | |
| | 6 36 | 16,9 | | 603,3 | 0,6 | 7,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Février 3 . . | 6 43 | 17,0 | 13,9 | 0,0 | | | |
| | 8 43 | 16,5 | 13,6 | 25,0 | 25,0 | 12,50 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 55 | | | | | | |
| | 5 25m. | 17,8 | 13,9 | 76,1 | 76,1 | 8,95 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 32 | | | 0,0 | | | |
| | 5 47 | 17,8 | | 2,6 | 2,6 | 10,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 50 | | | 0,0 | | | |
| | 6 20 | 17,8 | | 4·9 | 4,9 | 9,80 | |
| | 7 20 | 17,8 | | 12,5 | 7,6 | 7,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 22 | | | 0,0 | | | |
| Février 4 . . | 7 30 | 16,5 | | | | | |
| | 7 37 | | | 2,0 | 2,0 | 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. Arrosage 400 cm³ d'eau à 20° C. |
| | 7 40 | | | | | | |
| | 7 42 | 16,8 | | 0,0 | | | |
| | 8 02 | 16,8 | | 3,1 | 3,1 | 9,30 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 06 | 16,8 | | 0,0 | | | |
| | 8 16 | 16,5 | | 1,5 | 1,5 | 9,00 | |
| | 8 20 | 16,0 | | 2,2 | 0,7 | 8,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 24 | 16,0 | | 0,0 | | | |
| | 8 39 | 16,0 | | 2,2 | 2,2 | 8,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 41 | | 14,0 | 0,0 | | | |
| | 8 56 | 16,3 | | 2,2 | 2,2 | 8.80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 59 | | 14,0 | 0,0 | | | |
| | 9 14 | 16.5 | | 2.2 | 2,2 | 8,80 | |
| Février 4 . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 16 | 16.4 | | 0.0 | | | |
| | 10 46 | 19.0 | | 13.2 | 13,2 | 8,80 | |
| | 12 46 s. | 25,0 | 15,5 | 31.0 | 17,8 | 8,90 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 47 | | | 0.0 | | | |
| | 2 27 | 23.0 | 16,7 | 18.3 | 18,3 | 10,98 | |
| | 3 27 | 17,0 | | 30,0 | 11.7 | 11.70 | |
| | 6 02 | | | 54.7 | 24.7 | 9.55 | |
| | 6 52 | 20,0 | 14,5 | 60,6 | 5.9 | 6,88 | |
| Février 5 . . | 9 20 m. | 17.0 | 13,5 | 174.1 | 113.5 | 7,83 | |
| Février 6 . . | 4 20 s. | 17.0 | 13,0 | 387,0 | 212.9 | 6,87 | |

---

### 5. Brassica oleracea.

Plante âgée de six mois, qui a été cultivée et transplantée sous les mêmes conditions que la précédente et en même temps. Le vase dans lequel ce pied a été transplanté est haut de 28 centimètres et large à sa partie supérieure de 33 centimètres. — La tige ne dépasse la surface de la terre que de 15 mm. : diamètre, 18 sur 20 mm.— La « tête » pèse, de même que la précédente, 250 grammes

Digitized by Google

exactement, mais elle est plus ronde, mesurant 250 sur 240 mm. — Le volume des racines n'a pu être mesuré.

Cette plante a passé une semaine de plus que la précédente dans mon laboratoire avant le commencement de l'expérience; pendant ce temps elle a toujours été abondamment arrosée avec de l'eau à la température de la chambre.

La décapitation a lieu à 13 mm. au-dessus de la surface de la terre.

La plante est adaptée à un manomètre. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20. 0, et, à partir du 9 février, par 20,45.

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 55 m. | | | | | | Arrosage à saturation le soir précédent. Décapitation. |
| | 6 23 | 16,9° | 12,0° | 0,0 | | | |
| | — | | | — 18.5 | — 18,5 | ? | Chute instantanée. |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 6 25 | 16,9 | 12,0 | 0,0 | | | |
| | 6 27 | | | — 0,5 | — 0,5 | — 15,00 | |
| | 6 32 | 16,9 | 12,0 | 0,0 | + 0,5 | + 6.00 | |
| Février 6 . . | 6 37 | | | + 0.7 | 0,7 | 8,40 | |
| | 6 45 | | | 2,3 | 1,6 | 12,30 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 46 | 16,9 | 12.0 | 0,0 | | | |
| | 7 16 | 16,7 | 12,0 | 5,2 | 5,2 | 10,40 | |
| | — | — | — | — | — | | J'abaisse le niveau. |
| | 7 20 | | | 0,0 | | | |
| | 7 50 | 16,7 | 12,0 | 5,0 | 5,0 | 10,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève lentement le niveau. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Février 6 . . | 7 59 | | | 504,0 | | | | |
| | 8 00 | | | 503,5 | — | 0,5 | — | 30,00 |
| | 8 05 | | | 502,6 | — | 0,4 | — | 4,80 |
| | 8 10 | | | 502,4 | — | 0,2 | — | 2,40 |
| | 8 15 | 17,0 | 12,1 | 502,5 | + | 0,1 | + | 1,20 |
| | 8 20 | | | 502,7 | | 0,2 | | 2,40 |
| | 8 25 | 17,0 | 12,1 | 502,7 | | 0,0 | | 0,00 |
| | 8 30 | | 12,2 | 503,1 | | 0,4 | | 4,80 |
| | 8 35 | 17,0 | | 503,3 | | 0,2 | | 2,40 |
| | 8 40 | | 12,3 | 503,8 | | 0,5 | | 6,00 |
| | 8 45 | 17,0 | 12,3 | 504,0 | | 0,2 | | 2,40 |
| | 8 50 | 17,0 | 12,3 | 504,3 | | 0,3 | | 3,60 |
| | 8 55 | | | 504,7 | | 0,4 | | 4,80 |
| | 9 00 | | | 505,0 | | 0,3 | | 3,60 |
| | — | — | — | — | | — | | — |
| | 9 02 | 17,0 | 12,4 | 504,0 | | | | |
| | 9 30 | — | — | | | | | |
| Février 7 . . | 4 32 m. | 15,0 | 13,0 | 551,7 | | 47,7 | | 6,36 |
| | — | — | — | — | | — | | — |
| | 4 35 | | | 504,0 | | | | |
| | 4 50 | 15,2 | 13,0 | 506,1 | | 2,1 | | 8,40 |
| | — | — | — | — | | — | | — |
| | 4 52 | | | 504,0 | | | | |
| | 5 07 | 15,5 | 13,0 | 505,4 | | 1,4 | | 5,60 |
| | — | — | — | — | | — | | — |
| | 5 09 | 16,0 | 13,0 | 504,0 | | | | |
| | 5 24 | 16,4 | 13,0 | 505,4 | | 1,4 | | 5,60 |
| | — | — | — | — | | — | | — |
| | 5 30 | 16,5 | 13,0 | 0,0 | | | | |
| | — | | | | | | | |
| | 5 30 ½ | | | 21,0 | | 21,0 | | 2520,00 |
| | 5 31 | | | 22,0 | | 1,0 | | 120,00 |
| | 5 32 | 16,5 | | 23,0 | | 1,0 | | 60,00 |

J'abaisse le niveau.

Arrosage ; 400 cm³ d'eau à 14° C.

J'abaisse le niveau.

J'abaisse le niveau.

J'abaisse le niveau.

Je ferme le robinet de communication avec la plante et baisse rapidement le niveau.
J'ouvre le robinet.
Hausse subite à + 16,0.
Equivaut à 50400,0 mm. cubes de sève.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| | | ° | ° | | | | |
| | 5 33 | | | 23,8 | 0,8 | 48,00 | |
| | 5 34 | | | 24,2 | 0,4 | 24,00 | |
| | 5 35 | | | 24,6 | 0,4 | 24,00 | |
| | 5 36 | | | 25,0 | 0,4 | 24,00 | |
| | 5 41 | 16,6 | 13,0 | 26,5 | 1,5 | 18,00 | |
| | 5 46 | | | 27,7 | 1,2 | 14,40 | |
| | 5 51 | 16,6 | 13,0 | 28,7 | 1,0 | 12,00 | |
| | 6 01 | 16,6 | 13,0 | 30,3 | 1,6 | 9,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 04 | | | 0,0 | | | |
| | 6 14 | | | 2,0 | 2,0 | 12,00 | |
| | 6 19 | 16,7 | 13,1 | 2,8 | 0,8 | 9,60 | |
| | 6 24 | | | 3,4 | 0,6 | 7,20 | |
| Février 7 . . | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 25 | 16,5 | | 0,0 | | | |
| | 6 40 | 16,5 | 13,1 | 2,4 | 2,4 | 9,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 44 | | | 0,0 | | | |
| | 6 59 | | | 2,1 | 2,1 | 8,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 01 | 16,2 | 13,3 | 0,0 | | | |
| | 7 14 | 16,3 | 13,3 | 2,0 | 2,0 | 9,22 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 16 | | | 0,0 | | | |
| | 7 31 | 16,4 | 13,3 | 2,0 | 2,0 | 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet de communication et élève le niveau. |
| | 7 38 | 16,4 | 13,3 | 500,0 | | | J'ouvre le robinet. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | | | | | | | | Chute subite à 484,0. |
| | 7 38 ½ | | | 480,0 | — | 20,0 | — | 2400,00 | Equivaut à 48000,0 mm. cubes de sève. |
| | 7 39 | | | 479,0 | — | 1,0 | — | 120,00 | |
| | 7 40 | | | 478,3 | — | 0,7 | — | 42,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Je laisse remonter le niveau lentement sans fermer le robinet. |
| | 7 41 | 16,7 | 13,3 | 500,0 | | | | | |
| | 7 46 | 16,8 | 13,3 | 499,3 | — | 0,7 | — | 8,40 | |
| | 7 51 | 16,5 | 13,2 | 499,4 | + | 0,1 | + | 1,20 | |
| | 7 56 | 16,5 | 13,2 | 499,4 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 8 01 | 16,5 | 13,1 | 499,8 | + | 0,4 | | 4,80 | |
| | 8 06 | 16,5 | 13,1 | 500,2 | | 0,4 | | 4,80 | |
| | 8 16 | 16,5 | 13,1 | 501,1 | | 0,9 | | 5,40 | |
| | 8 26 | 16,5 | 13,0 | 501,8 | | 0,7 | | 4,20 | |
| | 8 36 | 16,5 | 12,9 | 502,5 | | 0,7 | | 4,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| Février 7 . . | 8 39 | | | 500,0 | | | | | |
| | 8 49 | 16,5 | 12,9 | 501,2 | | 1,2 | | 7,20 | |
| | 8 59 | 16,2 | 12,7 | 502,2 | | 1,0 | | 6,00 | |
| | 9 09 | 16,3 | 12,6 | 503,2 | | 1,0 | | 6,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 11 | | | 500,0 | | | | | |
| | 9 21 | 16,3 | 12,5 | 501,3 | | 1,3 | | 7,80 | |
| | 9 31 | 16,4 | 12,4 | 502,4 | | 1,1 | | 6,60 | |
| | 9 41 | 16,5 | 12,3 | 503,2 | | 0,8 | | 4,80 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau très lentement. |
| | 9 47 | | | 600,0 | | | | | |
| | 9 49 | | | 600,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 9 52 | 16,3 | 12,2 | 600,1 | | 0,1 | | 2,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau très lentement. |
| | 9 57 | | | 700,0 | | | | | |
| | 10 02 | | | 699,8 | — | 0,2 | — | 2,40 | |
| | 10 07 | 16,1 | 12,1 | 700,0 | + | 0,2 | + | 2,40 | Hauteur exacte: 700,05. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 10 12 | | | 700,2 | 0,2 | 2,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau très lentement. |
| | 10 16 | 16,1 | 12,0 | 800,0 | | | |
| | 10 21 | 16,1 | 12,0 | 800,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 10 26 | 16,1 | 11,9 | 800,1 | 0,1 | 1,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau très lentement. |
| | 10 32 | 16,1 | 11,9 | 900,0 | | | |
| | 10 37 | 16,2 | 11,9 | 899,9 | — 0,1 | — 1,20 | |
| | 10 42 | 16,1 | 11,9 | 900,0 | + 0,1 | + 1,20 | |
| | 10 47 | 16,1 | 11,8 | 900,2 | 0,2 | 2,40 | Hauteur exacte : 900,15. |
| | 10 52 | 16,1 | 11,8 | 900,5 | 0,3 | 3,60 | |
| | 10 55 | 16,1 | 11,7 | 901,0 | 0,5 | 10,00 | |
| | 11 00 | 16,0 | 11,7 | 901,3 | 0,3 | 3,60 | |
| Février 7 . . | 11 05 | 16,0 | 11,7 | 901,7 | 0,4 | 4,80 | |
| | 11 10 | 16,1 | 11,7 | 902,1 | 0,4 | 4,80 | Hauteur exacte : 902,05. |
| | 11 15 | 16,1 | 11,7 | 902,7 | 0,6 | 7,20 | |
| | 11 30 | 16,3 | 11,7 | 903,8 | 1,1 | 4,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 34 | 16,4 | 11,7 | 900,0 | | | |
| | 12 04 s. | 16,3 | 11,6 | 902,8 | 2,8 | 5,60 | |
| | 1 44 | 16,4 | 11,6 | 912,7 | 9,9 | 5,94 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je laisse tomber le niveau aussi rapidement que possible. |
| | 1,48 | 16,4 | 11,6 | 0,0 | | | |
| | 1 48 ½ | | | 35,5 | 35,5 | 4260,00 | Equivaut à 85200,0 mm. cubes de sève. |
| | 1 49 | | | 42,5 | 7,0 | 840,00 | |
| | 1 49 ½ | | | 44,0 | 1,5 | 180,00 | |
| | 1 50 | | | 44,8 | 0,8 | 96,00 | |
| | 1 51 | | | 46,0 | 1,2 | 72,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 52 | 16,4 | 11,6 | 46,9 | | 0,9 | | 54,00 | |
| | 1 55 | | | 48,7 | | 1,8 | | 36,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau aussi rapidement que possible. |
| | 1 57 | | | 900,0 | | | | | Chute subite à 874,0. |
| | 1 57 1/2 | | | 864,0 | — | 36,0 | — | 4320,00 | Equivaut à 86400.0 mm. cubes d'eau par heure. |
| | 1 58 1/2 | 16,5 | 11,6 | 861.5 | — | 2,5 | — | 150,00 | |
| | 1 59 1/2 | | | 860,8 | — | 0,7 | — | 42,00 | |
| | 2 00 1/2 | | | 860,4 | — | 0,4 | — | 24,00 | |
| | 2 02 1/2 | 16,6 | 11,6 | 860,0 | — | 0,4 | — | 12,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau extrêmement lentement (en 20 minutes). |
| | 2 26 | 17,0 | 11,7 | 0,0 | | | | | |
| | 2 31 | 17,0 | 11,7 | 2,1 | + | 2,1 | + | 25,20 | |
| | 2 36 | 16,7 | 11,8 | 4,0 | | 1,9 | | 22,80 | |
| | 2 41 | 16,6 | 11,8 | 5,0 | | 1,0 | | 12,00 | |
| | 2 46 | 16,6 | 11,8 | 6,2 | | 1,2 | | 14.40 | |
| Février 7 . . | 2 51 | 16,6 | 11,8 | 7,9 | | 1,7 | | 20,40 | |
| | 2 56 | 16,7 | 11,8 | 9,2 | | 1,3 | | 15,60 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 00 | 16,7 | 11,8 | 0,0 | | | | | |
| | 3 15 | 16.6 | 11,8 | 3,8 | | 3,8 | | 15,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 16 | | | 0,0 | | | | | |
| | 3 31 | 16,4 | 11,8 | 3,5 | | 3,5 | | 14,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 34 | 16,5 | 11,8 | 0,0 | | | | | |
| | 3 49 | 16,7 | 11,9 | 3,8 | | 3,8 | | 15,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 52 | | | 0,0 | | | | | |
| | 4 07 | 16,5 | 11,9 | 3,9 | | 3,9 | | 15,60 | |
| | 4 22 | 16,5 | 11,9 | 6,8 | | 2,9 | | 11,60 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 25 | | | 3,9 | | | | | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 4 40 | | | 7,2 | 3,3 | 13,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 43 | 16,6 | 11,9 | 3,9 | | | |
| | 5 03 | 16,4 | 12,0 | 8,7 | 4,8 | 14,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 06 | 16,4 | 12,0 | 3,9 | | | |
| | 5 26 | 16,2 | | 8,5 | 4,6 | 13,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 31 | | | 0,0 | | | |
| | 6 01 | 16,9 | 11,9 | 6,7 | 6,7 | 13,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau lentement. |
| Février 7 . . | 6 09 | 16,9 | 11,9 | 200,0 | | | |
| | 6 39 | 16,9 | 12 0 | 204,8 | 4,8 | 9,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau lentement. |
| | 6 47 | 16,7 | 11,9 | 0,0 | | | |
| | 7 02 | 16,5 | 11,9 | 4,8 | 4,8 | 19,20 | |
| | 7 17 | 16,7 | 11,9 | 8,3 | 3,5 | 14,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 20 | 16,5 | 11,9 | 0,0 | | | |
| | 8 25 | 16,5 | 11,9 | 15,0 | 15,0 | 13,85 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 29 | 16,5 | 11,9 | 0,0 | | | |
| | 9 59 | | | 19,1 | 19,1 | 12,73 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 00 | 16 5 | 12,1 | 0,0 | | | Arrosage. |
| | 6 30 m. | 15 1 | 12,4 | 88,0 | 88,0 | 10,35 | |
| Février 8 . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 36 | 15 5 | 12,5 | 0,1 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 36 | 16 0 | 12,5 | 6,5 | 6,4 | 6,40 | |
| | 8 36 | 16 3 | 12,6 | 21,0 | 14,5 | 14,50 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Février 8 . . | 8 40 | | | 0,0 | | | |
| | 10 10 | 17,0 | 12,6 | 16,7 | 16,7 | 11,13 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 13 | | | 0,0 | | | |
| | 11 43 | 17,6 | 12,4 | 17,0 | 17,0 | 11,33 | |
| | 2 23 s. | 16,0 | 12,3 | 57,9 | 40,9 | 15,37 | |

Ici l'expérience fut interrompue, J'enlevai un mm. de la tige et examinai cette tranche au microscope; il n'y a aucune trace de putréfaction ni de diségrogation. J'ai ensuite fait une série d'essais sur les changements de pression, sans noter de chiffres. J'ai constaté que tout changement brusque de la pression amenait toujours an premier instant un mouvement en sens inverse, mais qu'en ramenant le niveau à la même hauteur, ce mouvement inverse diminuait chaque fois d'intensité, jusqu'à disparaitre complètement. J'élevais par exemple très rapidement la pression de 0.0 à 100,0 mm.; la colonne tombait instantanément d'une vingtaine de mm., et continuait à tomber pendant plusieurs minutes à vue d'œil; je relevais la colonne de pression à 100 mm., elle ne tombait que de dix mm. environ, et en répétant la chose, elle finissait bientôt par ne plus tomber du tout, mais au contraire par s'élever dès le premier instant. Exactement la même chose avait lieu en sens inverse.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Février 9 . . | 9 45 s. | 17,3 | 12,0 | 0,0 | | | |
| | 5 45 m. | 15,8 | 12,6 | 44,5 | 44,5 | 5,56 | |
| | 6 00 | | | | | | Arrosage. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau très rapidement. |
| | 6 05 | 16,2 | 12,6 | 0,0 | | | |
| Février 10. . | — | — | — | — | — | — | Hausse instantanée à 3.0. |
| | 6 06 | | | 4,2 | 4,2 | 252,00 | |
| | 6 16 | 16,3 | 12,6 | 6,2 | 2,0 | 12,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau très rapidement. |
| | 6 17 | | | 0,0 | | | |
| | — | — | — | — | — | — | Hausse instantanéeà 0.4. |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 6 18 | | | 1,5 | 1,5 | 90,00 | |
| | 6 28 | 16,4 | 12,6 | 3,0 | 1,5 | 9,00 | |
| | 6 38 | | | 4,1 | 1,1 | 6,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | Changement de montre! J'abaisse le niveau très rapidement. |
| | 6 20 | 16,5 | 12,6 | 0,1 | | | |
| | — | — | — | — | — | — | Hausse instantanée à 0.8. |
| | 6 21 | | | 1,2 | 1,1 | 66,00 | |
| | 7 21 | 16,4 | 12,6 | 6,0 | 4,8 | 4,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau très rapidément. |
| | 7 38 | 16,4 | 12,6 | 200,0 | | | |
| | — | — | — | — | — | — | Chute instantanée à 183.0. |
| | 7 39 | | | 178,2 | — 21,8 | — 1308,00 | |
| Février 10. | 7 40 | | | 177,0 | — 1,2 | — 72,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau très rapidement. |
| | 7 41 | | | 200,0 | | | |
| | — | — | — | — | — | — | Chute instantanée à 196,5. |
| | 7 42 | | | 195,0 | — 5,0 | — 300,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau très rapidement. |
| | 7 43 | | | 200,0 | | | |
| | — | — | — | — | — | — | Chute instantanée à 199,0. |
| | 7 44 | | | 198,4 | — 1,6 | — 96,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau très rapidement. |
| | 7 45 | 16,4 | 12,6 | 200,0 | | | |
| | — | — | — | — | — | — | Chute instantanée à 199,5. |
| | 7 46 | | | 199,2 | — 0,8 | — 48,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau très rapidement. |
| | 7 46 1/2 | | | 200,0 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | — | | — | | — | Chute intantanée à 199,8. |
| | 7 47 1/2 | | | 199,5 | — | 0,5 | — | 30,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 7 49 | | | 200,0 | | | | | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Chute instantanée à 199,8. |
| | 7 50 | | | 199,6 | — | 0,4 | — | 24,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 7 51 | | | 200,0 | | | | | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Chute instantanée à 199,9. |
| | 7 52 | | | 199,7 | — | 0,3 | — | 18,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 7 53 | | | 200,0 | | | | | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Chute instantanée à 199,9. |
| | 7 54 | | | 199,8 | — | 0,2 | — | 12,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 7 55 | 16,3 | 12,6 | 200.0 | | | | | |
| Février 10. | 7 56 | | | 199,9 | — | 0,1 | — | 6,00 | Point de chute instantanée visible. |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 7 57 | | | 200,0 | | | | | |
| | 7 58 | | | 200,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 7 59 | | | 200,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 8 00 | 16,3 | 12,6 | 200,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 8 06 | | | 200,0 | | 0,0 | | 0.00 | |
| | 8 11 | | | 200,1 | + | 0,1 | | 1,20 | |
| | 8 16 | 16,3 | 12,6 | 200,2 | | 0,1 | | 1,20 | |
| | 8 21 | | | 200,3 | | 0,1 | | 1,20 | |
| | 8 26 | | | 200,4 | | 0,1 | | 1,20 | |
| | 8 31 | 16,4 | 12,6 | 200,9 | | 0,5 | | 6,00 | |
| | 8 36 | 16,3 | 12,6 | 201,1 | | 0,2 | | 2,40 | Chiffre exact : 201,15. |
| | 8 41 | 16,3 | 12,6 | 201,5 | | 0,4 | | 4,80 | |
| | 8 46 | 16,3 | 12,6 | 201,8 | | 0,3 | | 3,60 | |
| | 8 56 | 16,3 | 12,6 | 202,2 | | 0,4 | | 2,40 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 06 | 16°,3 | 12°,6 | 203,1 | 0,9 | 5,40 | |
| | 9 16 | 16,3 | 12,6 | 203,8 | 0,7 | 4,20 | |
| | 9 26 | 16,3 | 12,6 | 204,5 | 0,7 | 4,20 | |
| | 9 51 | 16,2 | 12,6 | 206,5 | 2,0 | 4,80 | |
| | 10 16 | 17,0 | 12,6 | 208,5 | 2,0 | 4,80 | |
| | 11 16 | 17,0 | 12,6 | 221,0 | 12,5 | 12,50 | |
| | 12 31 s. | 18,2 | 12,6 | 230,0 | 9,0 | 7,20 | |
| | 1 31 | 17,0 | 12,7 | 235,1 | 5,1 | 5,10 | |
| | 2 01 | 17,0 | 12,7 | 237,5 | 2,4 | 4,80 | |
| | 2 46 | 17,0 | 12,8 | 241,4 | 3,9 | 5,20 | |
| | 3 01 | 17,0 | 12,8 | 243,0 | 1,6 | 6,40 | Je ferme le robinet de communication et élève le niveau de pression. |
| | 3 03 1/2 | — | — | — | — | — | |
| | 3 04 | | | 400,0 | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 380,0. |
| Février 10. | 3 04 1/2 | | | 378,5 | — 21,5 | — 2580,0 | |
| | 3 05 | | | 377,4 | — 1,1 | — 132,0 | |
| | 3 06 | | | 376,5 | — 0,9 | — 54,0 | |
| | 3 07 | | | 376,2 | — 0,3 | — 18,0 | |
| | 3 09 | 17,0 | 12,8 | 375,8 | — 0,4 | — 12,0 | |
| | 3 09 1/2 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 3 10 | | | 400,0 | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 397,0. |
| | 3 10 1/2 | | | 396,5 | — 3,5 | — 420,0 | |
| | 3 11 | | | 396,2 | — 0,3 | — 36,00 | |
| | 3 12 | | | 396,0 | — 0,2 | — 12,00 | |
| | 3 13 | | | 395,8 | — 0,2 | — 12,00 | |
| | 3 15 | 17,0 | 12,8 | 395,6 | — 0,2 | — 6,00 | |
| | 3 21 | | | 395,3 | — 0,3 | — 3,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | — | | — | | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 3 21 ½ | | | 400,0 | | | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 399,3. |
| | 3 22 | | | 399,2 | — | 0,8 | — | 96,00 | |
| | 3 22 ½ | | | 399,1 | — | 0,1 | — | 12,00 | |
| | 3 23 ½ | | | 399,1 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 3 24 ½ | 17,0 | | 399,2 | + | 0,1 | + | 6,00 | |
| | 3 26 ½ | | 12,8 | 399,1 | — | 0,1 | — | 3,00 | |
| | 3 27 ½ | | | 399,2 | + | 0,1 | + | 6,00 | |
| | 3 28 ½ | | | 399,2 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 3 29 ½ | | | 399,2 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 3 34 ½ | | | 399,3 | + | 0,1 | | 1,20 | |
| | 3 44 ½ | 16,9 | 12,8 | 400,0 | | 0,7 | | 4,20 | |
| | 3 54 ½ | 16,9 | 12,8 | 400,6 | | 0,6 | | 3,60 | |
| | 3 57 | — | — | — | | — | | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 3 58 | | | 500,0 | | | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 488,0. |
| Février 10. | 3 58 ½ | | | 486,7 | — | 13,3 | — | 1596,00 | |
| | 3 59 | | | 486,0 | — | 0,7 | — | 84,00 | |
| | 4 00 | 16,9 | | 485,5 | — | 0,5 | — | 30,00 | |
| | 4 01 | | 12,8 | 485,2 | — | 0,3 | — | 18,00 | |
| | 4 03 | | | 485,0 | — | 0,2 | — | 6,00 | |
| | 4 03 ½ | — | — | — | | — | | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 4 04 | | | 500,0 | | | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 498,2. |
| | 4 04 ½ | | | 498,0 | — | 2,0 | — | 240.00 | |
| | 4 05 | | | 497,8 | — | 0,2 | — | 24,00 | |
| | 4 05 ½ | | | 497,6 | — | 0,2 | — | 24,00 | |
| | 4 06 | | | 497,5 | — | 0,1 | — | 12,00 | |
| | 4 07 | | | 497,5 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 4 09 | 16,8 | | 497,4 | — | 0,1 | — | 3,00 | |
| | 4 14 | | | 497,4 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 4 29 | 17,0 | 12,9 | 498,0 | + | 0,6 | + | 2,40 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 14 | 17°,0 | 12°,9 | 500,2 | 2,2 | 2,93 | |
| | 5 24 | 17,1 | 12,9 | 500,9 | 0,7 | 4,20 | |
| | 5 26 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 5 27 | | | 600,0 | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 589,0. |
| | 5 28 | | | 586,3 | — 13,7 | — 822,00 | |
| | 5 29 | | | 585,8 | — 0,5 | — 30,00 | |
| | 5 30 | 17,0 | | 585,2 | — 0,6 | — 36,00 | |
| | 5 31 | | 12,9 | 585,1 | — 0,1 | — 6,0 | |
| | 5 32 | | | 585,0 | — 0,1 | — 6,0 | |
| | 5 33 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 5 33 1/2 | | | 600,0 | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 598,0. |
| Février 10. | 5 34 | | | 597,8 | — 2,2 | — 264,00 | |
| | 5 34 1/2 | | | 597,4 | — 0,4 | — 48,00 | |
| | 5 35 1/2 | | | 597,3 | — 0,1 | — 6,00 | |
| | 5 36 1/2 | 17,1 | | 597,2 | — 0,1 | — 6,00 | |
| | 5 37 1/2 | | 12,9 | 597,2 | 0,0 | 0,00 | |
| | 5 38 1/2 | | | 597,1 | — 0,1 | — 6,00 | |
| | 5 41 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 5 41 1/2 | | | 600,0 | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 599,8. |
| | 5 42 | | | 599,7 | — 0,3 | — 36,00 | |
| | 5 43 | | | 599,4 | — 0,3 | — 18,00 | |
| | 5 43 1/2 | | | 599,4 | 0,0 | 0,00 | |
| | 5 44 1/2 | | | 599,4 | 0,0 | 0,00 | |
| | 5 45 1/2 | | | 599,5 | + 0,1 | + 6,00 | |
| | 5 46 1/2 | 17,2 | | 599,5 | 0,0 | 0,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 01 ½ | 17,1 | 12,9 | 599,9 | + | 0,4 | + | 1,60 | |
| | 6 06 ½ | 17,1 | | 600,0 | | 0,1 | | 1,20 | |
| | 6 21 ½ | 17,2 | 12,9 | 600,9 | | 0,9 | | 3,60 | |
| | 6 23 | — | — | — | | — | | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 6 24 | | | 700,0 | | | | | Je l'ouvre. |
| | | | | | | | | | Chute instantanée à 689,0. |
| | 6 24 ½ | | | 688,0 | — | 12,0 | — | 1440,00 | |
| | 6 25 | | | 686,5 | — | 1,5 | — | 180.00 | |
| | 6 26 | | | 686,0 | — | 0,5 | — | 30,00 | |
| | 6 27 | | | 685,8 | — | 0,2 | — | 12,00 | |
| | 6 28 | | | 685,5 | — | 0,3 | — | 18,00 | |
| | 6 29 | | | 685,3 | — | 0,2 | — | 12,00 | |
| | 6 34 | 17,3 | 12,9 | 685,1 | — | 0,2 | — | 2,40 | |
| Février 10. | 6 37 | — | — | — | | — | | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 6 38 | | | 700,0 | | | | | Je l'ouvre. |
| | | | | | | | | | Chuto instantanée à 698,4. |
| | 6 38 ½ | | | 698,0 | — | 2,0 | — | 240,00 | |
| | 6 39 | | | 697,8 | — | 0,2 | — | 24,00 | |
| | 6 40 | | | 697,6 | — | 0,2 | — | 12,00 | |
| | 6 41 | | | 697,5 | — | 0,1 | — | 6,00 | |
| | 6 42 | 17,2 | | 697,6 | + | 0,1 | + | 6,00 | |
| | 6 43 | | 12,9 | 697,6 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 6 44 | | | 697,6 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 6 47 | 17,2 | | 697,6 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 6 52 | | 12,9 | 697,6 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 6 57 | | | 697,5 | — | 0,1 | — | 1,20 | |
| | 7 02 | 17,2 | 12,9 | 697,0 | — | 0,5 | — | 6,00 | |
| | 8 12 | 17,0 | 13,0 | 701,0 | + | 4,0 | + | 3,42 | |
| Février 11. . | | | | | | | | | Aucun chiffre noté ; arrosage abondant. |
| Février 12. . | 9 00 m. | 17,0 | 13,7 | 722,0 | | 21,0 | | 0,57 | |
| Février 13. . | 8 00 m. | 17,0 | 13,8 | 764,1 | | 42,1 | | 1,83 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

### 6. Pelargonium spec.

Plante de jardin, cultivée dans un vase haut de 12,5 centimètres, et, à la partie supérieure, large de 13,5 centimètres. Cette plante est très vigoureuse, elle pousse de tous côtés de nombreuses jeunes branches et jeunes feuilles. — La tige mesure, depuis la surface de la terre jusqu'à l'origine des dernières feuilles, 250 mm,; diamètre à la base, 9 mm. — Les feuilles sont nombreuses; les vingt-cinq adultes mesurent 70 mm. sur 90 à 100 mm. — Volume des racines desséchées: presque 10.000 mm. cubes (y compris la partie inférieure de la tige dont naissent les racines supérieures).

La décapitation a lieu à 11,8 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Un tube vertical est adapté sur la surface de section. Pour trouver la quantite de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 4,8.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 15 m. | ° | ° | | | | Copieux arrosage. |
| | 12 15 s. | 17,9 | 15,7 | | | | Décapitation. |
| | 12 30 | 17.9 | 15,6 | 63,5 | | | |
| | 2 00 | 17,3 | 15,4 | 91,3 | 27.8 | 18,53 | |
| Avril 16. . . | 3 00 | 17,2 | 15,1 | 106,7 | 15,4 | 15,40 | |
| | 4 10 | 17,1 | 15,0 | 121,6 | 14,9 | 12,77 | |
| | 4 30 | 17,5 | 15,0 | 126,3 | 4,7 | 14,10 | |
| | 5 00 | 18,3 | 15,0 | 131,6 | 5,3 | 10,60 | |
| | 6 00 | 17,5 | 15,2 | 140,8 | 9,2 | 9,20 | |
| | 7 00 | 18.3 | 15,2 | 148,2 | 7,4 | 7,40 | |
| | 8 00 | 17,5 | 15,2 | 155,7 | 7,5 | 7,50 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 16. . . | 9 00 | 18,0 | 15,1 | 161,7 | 6,0 | 6,00 | |
| | 10 00 | 17,6 | 15,4 | 168,0 | 6,3 | 6,30 | |
| | 2 00 m. | 15,3 | 14,4 | 184,0 | 16,0 | 4,00 | |
| | 6 00 | 15,4 | 14,1 | 193,1 | 9,1 | 2,27 | |
| | 7 00 | 15,7 | 14,3 | 197,6 | 4,5 | 4,50 | Arrosage après l'observation. |
| | 7 45 | 16,5 | 14,6 | 204,2 | 6,6 | 8,80 | |
| | 9 00 | 16,5 | 15,1 | 214,5 | 10,3 | 8,24 | |
| | 9 30 | 16,8 | 15,3 | 221,0 | 6,5 | 13.00 | |
| | 10 00 | 17,6 | 15,4 | 226,5 | 5,5 | 11,00 | |
| | 11 00 | 17,2 | 15,7 | 237,2 | 10,7 | 10,70 | |
| Avril 17. . . | 1 00 s. | 16,6 | 15,4 | 251.6 | 14,4 | 7,20 | |
| | 2 15 | 16,5 | 15,4 | 258,3 | 6,7 | 5,36 | |
| | 3 00 | 16,7 | 15,4 | 261,8 | 3,5 | 4,66 | |
| | 4 00 | 16,7 | 15,4 | 266,7 | 4,9 | 4.90 | |
| | 5 00 | 16,3 | 15,3 | 269,9 | 3,2 | 3,20 | |
| | 6 00 | 16,1 | 15.0 | 272,9 | 3,0 | 3,00 | |
| | 7 00 | 16,1 | 14,8 | 275,7 | 2,8 | 2.80 | |
| | 8 00 | 15,7 | 14,9 | 277,7 | 2,0 | 2,00 | |
| | 9 00 | 16,0 | 15,0 | 280,3 | 2,6 | 2,60 | |
| | 10 00 | 16,0 | 15,4 | 281.9 | 1,6 | 1,60 | |
| | 6 00 m. | 16,8 | 14,4 | 286,7 | 4,8 | 0,60 | |
| | 7 00 | | | | | | Arrosage. |
| | 8 00 | 17,2 | 14,6 | 291,5 | 4,8 | 2,40 | |
| | 9 00 | 18,1 | 13,6 | 297,0 | 5,5 | 5,50 | Fenêtre ouverte. |
| | 10 00 | 18,4 | 14,0 | 302,5 | 5,5 | 5,50 | |
| | 11 00 | 18,4 | 15,0 | 310,8 | 8,3 | 8,30 | |
| Avril 18. . . | 1 00 s. | 18,2 | 15,6 | 324,9 | 14,1 | 7,05 | |
| | 2 00 | 18,0 | 15,6 | 332,0 | 7,1 | 7,10 | |
| | 4 30 | 17,4 | 14,5 | 343,0 | 11,0 | 4,40 | |
| | 5 00 | 17,8 | 14,8 | 346,0 | 3,0 | 6,00 | |
| | 6 00 | 17,6 | 15,0 | 349,9 | 3,9 | 3,90 | |
| | 7 00 | 17,4 | 15,0 | 351,9 | 2,0 | 2,00 | |
| | 8 00 | 17,9 | 15,0 | 354,9 | 3,0 | 3,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| Avril 18 . . . | 9 15 | 17,8 | 15,3 | 355,9 | 1,0 | 0.80 | |
| | 10 15 | 18,0 | 15,3 | 358,4 | 2,5 | 2,50 | |
| | 2 30 m. | 17,2 | 15,0 | 361,5 | 3,1 | 0,73 | |
| | 6 30 | 17,0 | 14,8 | 362,8 | 1,3 | 0,32 | Point d'arrosage le matin. |
| | 8 00 | 17,4 | 15,4 | 363,8 | 1,0 | 0.66 | |
| | 9 00 | 18,0 | 15,4 | 363,8 | 0,0 | 0,00 | |
| | 10 00 | 18,0 | 15,6 | 363,8 | 0,0 | 0,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 15 | — | — | 352,0 | | | |
| | 1 00 s. | 17,7 | 15,5 | 352,0 | 0,0 | 0.00 | |
| Avril 19 . . . | 3 15 | 17,3 | 15,4 | — | | | Arrosage. |
| | 3 30 | 17,4 | 15,3 | 352,0 | 0.0 | 0,00 | |
| | 4 00 | 17,4 | 15,0 | 354,0 | 2,0 | 4,00 | |
| | 4 30 | 18,0 | 15,4 | 356,3 | 2,3 | 4.60 | |
| | 7 00 | 17,4 | 15,7 | 363,8 | 7,5 | 3,00 | |
| | 7 30 | 17,5 | 15,7 | 365,9 | 2,1 | 4,20 | |
| | 8 00 | 17,6 | 15,9 | 366,5 | 0,6 | 1.20 | |
| | 8 30 | 17,6 | 15,9 | 368,3 | 1,8 | 3,60 | |
| | 9 00 | 17,8 | 15,9 | 370,0 | 1,7 | 3,40 | |
| | 10 00 | 17,7 | 16,2 | 373,3 | 3,3 | 3,30 | |
| | 3 00 m. | 17,0 | 15,5 | 384,0 | 10,7 | 2,14 | |
| | 6 15 | 17,3 | 15,4 | 387,2 | 3,2 | 0,99 | |
| | 8 00 | 17,9 | 16,1 | 389,0 | 1,8 | 1,03 | |
| Avril 20 . . . | 9 00 | 18,6 | 16,6 | 390,1 | 1,1 | 1,10 | |
| | 9 15 | — | — | — | — | | Arrosage. |
| | 10 00 | 19,0 | 17,0 | 392,1 | 2,0 | 2,00 | |
| | 10 30 | 19,2 | 17,5 | 393,1 | 1,0 | 2,00 | |
| | 11 00 | 19,5 | 17,5 | 395,2 | 2,1 | 4,20 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 20 . . . | 11 30 | 19,7 | 17,7 | 396,8 | | 1,6 | | 3.20 | |
| | 12 00 | 19,8 | 17,9 | 398,0 | | 1,2 | | 2,40 | |
| | 12 30 s. | 19,6 | 17,9 | 399,0 | | 1.0 | | 2,00 | |
| | 1 00 | 19,4 | 17,9 | 400,6 | | 1,6 | | 3,20 | |
| | 1 30 | 19,6 | 17,9 | 401,6 | | 1,0 | | 2,00 | |
| | 2 00 | 19,5 | 17,9 | 402,2 | | 0,6 | | 1,20 | |
| | 3 30 | 19,4 | 17,9 | 404,0 | | 1,8 | | 1,20 | |
| | 4 00 | 19,2 | 17,6 | 405,0 | | 1,0 | | 2,00 | |
| | 4 50 | 19,1 | 17,5 | 406,5 | | 1,5 | | 1,80 | |
| | 7 00 | 18,4 | 17,5 | 409,0 | | 2,5 | | 1,15 | |
| | 8 00 | 18,2 | 17,0 | 409.2 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | 9 00 | 18,9 | 17,5 | 410,0 | | 0,8 | | 0,80 | |
| | 10 00 | 18,7 | 17,5 | 411,0 | | 1,0 | | 1,00 | |
| | 11 00 | 19,0 | 17,6 | 411,2 | | 0,2 | | 0.20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Le tube ayant été heurté, quelques mm. d'eau se sont écoulés. |
| | 11 30 | — | — | 410,0 | | | | | |
| Avril 21 . . . | 8 00 m. | 18,0 | 16,4 | 407,0 | — | 3,0 | — | 0,35 | |
| | 9 00 | 19,0 | 17,1 | 407,3 | + | 0.3 | + | 0,30 | |
| | 10 00 | 19,2 | 17,6 | 406,8 | — | 0,5 | — | 0,50 | |
| | 10 10 | | | | | | | | Arrosage. |
| | 11 30 | 19,4 | 17,9 | 408,2 | + | 1,4 | + | 0.93 | |
| | 12 00 | 19,6 | 18,0 | 408,5 | | 0,3 | | 0.60 | |
| | 1 15 s. | 19,3 | 18,3 | 408,2 | — | 0,3 | — | 0.23 | |
| | 3 00 | 19,4 | 17,9 | 410,3 | + | 2.1 | + | 1,20 | |
| | 4 00 | 19,2 | 17,9 | 410,6 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 4 30 | 19,1 | 17,9 | 411,0 | | 0,4 | | 0.80 | |
| | 5 00 | 19,0 | 17,8 | 411,2 | | 0,2 | | 0,40 | |
| | 6 00 | 19,0 | 17,7 | 411,0 | — | 0,2 | — | 0,20 | |
| | 8 00 | 18,4 | 17,4 | 411,3 | + | 0,3 | + | 0,15 | |
| | 9 00 | 18,3 | 17,7 | 411,6 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 10 30 | 18,2 | 17,5 | 412,0 | | 0,4 | | 0,26 | |
| Avril 22 . . . | 7 30 m. | 17,5 | 16,0 | 411,4 | — | 0,6 | — | 0,07 | |
| | 9 15 | 18,6 | 17,0 | 411,4 | | 0,0 | | 0,00 | A 9,30 arrosage. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 22 . . . | 11 30 | 19°,0 | 17°,3 | 411,6 | + 0,2 | + 0,09 | |
| | 12 00 | 19,2 | 17,5 | 412,0 | 0,4 | 0,80 | |
| | 2 00 s. | 19,4 | 17,4 | 412,1 | 0,1 | 0.05 | |
| | 4 10 | 19,4 | 17,2 | 412,6 | 0,5 | 0,23 | |
| | 5 00 | 19,4 | 17,5 | 412,7 | 0,1 | 0,12 | |
| | 6 00 | 19,0 | 17,5 | 413,0 | 0,3 | 0,30 | |
| | 7 10 | 18,6 | 17,5 | 413,3 | 0,3 | 0,26 | |
| | 8 20 | 18,5 | 17,2 | 413,3 | 0,0 | 0,00 | |

Cette expérience a été continuée pendant encore quinze jours ; les mouvements de la sève n'ont pas cessé, mais sont devenus de plus en plus minimes. L'examen microscopique montre la tige et les racines en parfait état. Peu au-dessous de la surface de la terre, la tige porte plusieurs groupes de bourgeons !

---

### 7. Pelargonium spec.

Plante cultivée dans un vase haut de 10,5, large de 12,5 centimètres. Cette plante est vigoureuse sans toutefois présenter une apparence aussi vigoureuse que la précédente. Elle pousse de nombreuses branches de tous côtés et est garnie à la partie supérieure de fleurs en bouton. La tige se divise à 40 mm. de la terre en deux branches, dont l'une mesure, à partir de la bifurcation, 110 mm., l'autre, 100 mm. Le diamètre de la tige, dans la partie inférieure à la bifurcation, est de 10 mm. Volume des racines desséchées : 6900 mm. cubes (y compris la portion inférieure de la tige dont naissent les racines supérieures).

Digitized by Google

La décapitation a lieu à 24 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Un tube vertical est adapté sur le moignon. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 4,4.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 00 s. | | | | | | Décapitation. |
| Avril 19 . . . | 9 30 | 17,7 | | 49,9 | | | |
| | 10 00 | 17,7 | | 50,7 | 0,8 | 1,60 | |
| | 3 00 m. | 17,0 | 16,2 | 62.4 | 11,7 | 2,85 | |
| | 6 15 | 17,3 | 16,1 | 78,2 | 15,8 | 4,80 | |
| | 7 30 | 17,7 | 16,8 | 84,0 | 5,8 | 4,60 | |
| | 8 00 | 17,9 | 16,8 | 87.7 | 3,7 | 7.40 | |
| | 9 00 | 18.6 | 17,0 | 95,3 | 7,6 | 7,60 | |
| | 9 15 | | | | | | Arrosage. |
| | 10 00 | 19,0 | 17,5 | 110,0 | 14,7 | 14.70 | |
| | 10 30 | 19,2 | 17,6 | 117.0 | 7,0 | 14.00 | |
| | 11 00 | 19,5 | 17,8 | 122,8 | 5,8 | 11,60 | |
| | 11 30 | 19,7 | 17,8 | 125,7 | 2,9 | 5,80 | |
| | 12 00 | 19,8 | 17.8 | 128,7 | 3,0 | 6,00 | |
| Avril 20 . . . | 12 30 s. | 19,6 | 17,8 | 131,1 | 2,4 | 4,80 | |
| | 1 00 | 19,4 | 17,8 | 133,9 | 2,8 | 5.60 | |
| | 1 30 | 19.6 | 17,8 | 134.9 | 1,0 | 2,00 | |
| | 2 00 | 19,5 | 17,7 | 136,2 | 1,3 | 2,60 | |
| | 3 20 | 19,4 | 17,6 | 140,6 | 4,4 | 3,27 | |
| | 4 00 | 19,2 | 17,5 | 143,3 | 2,7 | 4,05 | |
| | 4 50 | 19,1 | 17,4 | 145,7 | 2,4 | 2,88 | |
| | 7 00 | 18,4 | 17,4 | 151,6 | 5,9 | 2,70 | |
| | 8 00 | 18,2 | 17,4 | 153,8 | 2,2 | 2,20 | |
| | 9 00 | 18,9 | 17,5 | 156,0 | 2,2 | 2,20 | |
| | 10 00 | 18,7 | 17,4 | 159,0 | 3,0 | 3,00 | |
| | 11 00 | 18,6 | 17,4 | 160,5 | 1,5 | 1,50 | |
| | 8 00 m. | 18,0 | 17,7 | 173,8 | 13,3 | 1,47 | |
| Avril 21 . . . | 9 00 | 19,0 | 18,7 | 176,0 | 2,2 | 2,20 | |
| | 10 00 | 19,2 | 18,7 | 179,0 | 3,0 | 3,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 10 10 | | | | | | Arrosage. |
| | 11 30 | 19,4 | 18,8 | 182,7 | 3,7 | 2,46 | |
| | 12 00 | 19,6 | 18,9 | 184,1 | 1,4 | 1,40 | |
| | 1 15 s. | 19,3 | 18,7 | 186,4 | 2,3 | 1,84 | |
| | 3 00 | 19,4 | 18,7 | 189,6 | 3,2 | 1,83 | |
| Avril 21 . . . | 4 00 | 19,2 | 18,8 | 191,4 | 1,8 | 1,80 | |
| | 4 30 | 19,2 | 18,8 | 191,4 | 0,0 | 0,00 | |
| | 5 05 | 19,0 | 18,7 | 191,6 | 0,2 | 0,34 | |
| | 6 00 | 19,0 | 18,2 | 192,7 | 1,1 | 1,20 | |
| | 8 00 | 18,4 | 17,7 | 194,3 | 1,6 | 0,80 | |
| | 9 15 | 18,3 | 17,7 | 195,1 | 0,8 | 0,64 | |
| | 10 30 | 18,2 | 17,7 | 196,9 | 1,8 | 1,44 | |
| | 7 30 m. | 17,5 | 16,6 | 208,2 | 6,3 | 0,70 | |
| | 9 15 | 18,6 | 18,2 | 206,2 | 3,0 | 1,71 | |
| | 9 30 | | | | | | Arrosage. |
| | 11 30 | 19,0 | 18,6 | 212,0 | 5,8 | 2,60 | |
| | 12 00 | 19,2 | 18,7 | 213,0 | 1,0 | 2,00 | |
| Avril 22 . . . | 2 00 s. | 19,4 | 18,9 | 217,0 | 4,0 | 2,00 | |
| | 4 10 | 19,4 | 18,4 | 220,9 | 3,9 | 1,80 | |
| | 5 00 | 19,4 | 18,4 | 222,0 | 1,1 | 1,32 | |
| | 6 00 | 19,0 | 18,4 | 222,8 | 0,8 | 0,80 | |
| | 8 20 | 18,5 | 18,0 | 225,8 | 3,0 | 1,28 | |
| | 9 40 | 19,0 | 18,2 | 227,0 | 1,2 | 0,80 | |
| | 7 00 m. | 17,8 | 17,2 | 236,6 | 9,6 | 1,02 | |
| | 7 30 | | | | | | Arrosage. |
| Avril 23 . . . | 9 00 | 18,2 | 17,3 | 238,5 | 1,9 | 0,95 | |
| | 10 30 | 18,3 | 17,4 | 240,3 | 1,8 | 1,20 | |
| | 12 00 | 19,0 | 17,6 | 244,4 | 4,1 | 2,73 | |

Digitized by Google

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 23 . . . | 1 00 s. | 19,1 | 17,7 | 246,5 | 2,1 | 2,10 |
| | 2 00 | 19,3 | 18,2 | 248,6 | 2,1 | 2,10 |
| | 4 00 | 18,6 | 18,0 | 251,5 | 2,9 | 1,45 |
| | 5 00 | 18,1 | 17,7 | 252,2 | 0,7 | 0,70 |
| | 6 30 | 17,9 | 17,0 | 253,5 | 1,3 | 0,87 |
| | 8 10 | 17,7 | 17,0 | 254,5 | 1,0 | 0,60 |
| | 10 00 | 18,4 | 17,1 | 255,9 | 1,4 | 0,76 |

---

### 8. Tropœolum majus.

Plante cultivée dans un vase qui mesure 12 c. en hauteur, 15 c. en largeur maximum. La tige mesure 425 mm., son diamètre au niveau où a lieu la décapitation est de 5,5 mm. sur 5,5 mm.; plus haut la forme change et le diamètre est dans un sens de 5,8 mm., dans l'autre de 5 mm. Il y a douze feuilles; la plus grande mesure 65 mm. sur 60 mm., la plus petite, 28 mm. sur 23 mm. Deux fleurs sont épanouies et mesurent 65 mm. Volume des racines complètement desséchées: 1700 mm. cubes.

La décapitation a lieu à 25 mm. de la surface de la terre. Avant la décapitation, la terre du vase avait été saturée d'eau.

La plante est adaptée au manomètre. La pression est donnée par une colonne d'eau. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20,0.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 20 . . . | 3 00 m. | 18,4 | 18,1 | | | | Décapitation. |
| | 4 10 | 18,5 | 18,1 | 555.0 | | | |
| | 5 00 | 18,4 | 17,9 | 550,1 | — 4,9 | — 5,90 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau de la colonne de pression. |
| | 5 05 | 18,4 | 17,9 | 455,0 | | | |
| | 5 15 | 18,4 | 17,8 | 454,3 | — 0,7 | — 4,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 16 | 18°,4 | 17°,8 | 355,0 | | | |
| | 5 26 | 18,4 | 17,7 | 354,5 | — 0,5 | — 3,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 9 | 18,4 | 17,7 | 200,0 | | | |
| | 5 44 | 18,3 | 17,6 | 200,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 45 | 18,3 | 17,6 | 195,0 | | | |
| | 6 15 | 18,2 | 17,4 | 195,2 | + 0,2 | + 0,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 20 | 18,0 | 17,4 | 110,0 | | | |
| Juin 20 . . . | 6 30 | 18,1 | 17,4 | 110,5 | + 0,5 | + 3,00 | |
| | 6 45 | 18,1 | 17,4 | 111,0 | 0,5 | 2,00 | |
| | 7 30 | 18,0 | 17,2 | 112,5 | 1,5 | 2,00 | |
| | 8 30 | 18,0 | 17,0 | 114,0 | 1,5 | 1,50 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 00 | 18,2 | 17,0 | 194,5 | | | |
| | 9 20 | 18,2 | 17,0 | 195,0 | + 0,5 | + 1,5 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 25 | 18,2 | 17,0 | 200,0 | | | |
| | 9 45 | 18,2 | 17,0 | 200,0 | 0,0 | 0,0 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 50 | 18,2 | 17,0 | 205,0 | | | |
| | 1 50 m. | 18,0 | 17,0 | 201,3 | — 3,7 | — 0,92 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juin 21 . . . | 1 55 | 18,0 | 17,0 | 200,3 | | | |
| | 2 15 | 18,0 | 17,0 | Baisse très faible. | — 0,0? | — 0,0? | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 17 | 18,0 | 17,0 | 195,0 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 27 | 18,1 | 17,0 | 195,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 29 | 18,1 | 17,0 | 190.0 | | | | | |
| | 2 39 | 18,2 | 17,0 | Hausse très faible. | + | 0,0? | + | ? | |
| | 2 45 | 18,2 | 17,0 | 185,0 | — | 5,0 | — | 50,00 | |
| Juin 21 . . . | 3 00 | 18,2 | 17,0 | 185,1 | + | 0,1 | + | 0,40 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 05 | 18,2 | 17,0 | 110,0 | | | | | |
| | 7 25 | 18,0 | 17,0 | 112,5 | + | 2,5 | + | 0,58 | |
| | 8 25 | 18,1 | 17,0 | 113,2 | | 0,7 | | 0,70 | |
| | 8 55 | 18,1 | 17,0 | 113,4 | | 0,2 | | 0,40 | |

---

### 9. Tropœolum majus.

Plante cultivée dans un vase mesurant 12,5 cent. en hauteur, 14 cent. en largeur maximum. La tige mesure 375 mm. ; diamètre au point où a lieu la décapitation : 4,7 sur 4,9 mm. La plante porte vingt feuilles, dont la plus grande mesure 70 sur 80 mm., la plus petite 25 sur 25 mm. Il n'y a point de fleurs. Volume des racines desséchées : 7000 mm. cubes environ[1] ; développement magnifique, longueur totale 340 mm.

La décapitation a lieu à 25 mm. de la terre. Avant la décapitation, la terre du vase avait été saturée d'eau.

La plante est adaptée au manomètre. La pression est donnée par une colonne d'eau. — Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres indiquant l'accroissement en hauteur par 12,6.

[1] Volume sans la partie supérieure épuisée de la racine pivotante : 6500 mm. cubes.



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 15 s. | 18°,4 | 17°,1 | | | | Décapitation. |
| | 4 20 | 18,5 | 17,1 | 3,0 | | | |
| | 5 00 | 18,4 | 16,8 | 7,8 | 4,8 | 7,20 | |
| | 5 15 | 18,4 | 16,6 | 9,5 | 1,7 | 6,80 | |
| | 5 30 | 18,4 | 16,5 | 11,0 | 1,5 | 6,00 | |
| | 5 45 | 18,3 | 16,4 | 12,9 | 1,9 | 7,60 | |
| Juin 20 . . . | 6 00 | 18,2 | 16,3 | 14,3 | 1,4 | 5,60 | |
| | 6 30 | 18,1 | 16,2 | 17,1 | 2,8 | 5,60 | |
| | 6 45 | 18,1 | 16,1 | 18,9 | 1,8 | 7,20 | |
| | 7 30 | 18,0 | 16,0 | 23,1 | 4,2 | 5,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau de la colonne de pression. |
| | 9 00 | 18,2 | 16,0 | 3,0 | | | |
| | 9 25 | 18,2 | 16,3 | 5,7 | 2,7 | 6,60 | |
| | 9 45 | 18,2 | 16,3 | 7,3 | 1,6 | 4,80 | |
| | 1 45 m. | 18,0 | 15,9 | 26,2 | 18,9 | 4,72 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 1 58 | 18,0 | 15,9 | 193.0 | | | |
| | 2 08 | 18,0 | 15,9 | 194,0 | 1,0 | 6,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 2 11 | 18,0 | 15,9 | 243,1 | | | |
| Juin 21 . . . | 2 17 | 18,0 | 15,9 | 244,0 | 0,9 | 9,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 2 20 | 18,0 | 15,9 | 343,0 | | | |
| | 2 30 | 18,1 | 15,9 | 343,9 | 0,9 | 5,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 2 32 | 18,1 | 16,0 | 443,1 | | | |
| | 2 37 | 18,2 | 16,0 | 443,8 | 0,7 | 8,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 39 | 18,2 | 16,0 | 538,5 | | | |
| | 2 45 | 18,2 | 16,0 | 538,9 | 0,4 | 4,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 2 47 | 18,2 | 16,0 | 743,1 | | | |
| | 2 52 | 18,2 | 16,0 | 743,4 | 0,3 | 3,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 2 55 | 18,2 | 16,1 | 833,1 | | | |
| | 3 05 | 18,2 | 16,1 | 833,7 | 0,6 | 3,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 15 | 18,2 | 16,3 | 23,0 | | | |
| | 7 25 | 18,0 | 16,0 | 53,5 | 30,5 | 7,30 | |
| | 8 25 | 18,1 | 16,0 | 61,0 | 7,5 | 7,50 | |
| | 9 00 | 18,3 | 16,1 | 65,4 | 4,4 | 7,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 10 | 18,3 | 16,1 | 833,1 | | | |
| | 9 30 | 18.8 | 16,3 | 834,9 | 1,8 | 5,40 | |
| Juin 21 . . . | 9 45 | 18,6 | 16,3 | 836,0 | 1,1 | 4,40 | |
| | 10 00 | 18,7 | 16,4 | 837,6 | 1,6 | 6,40 | |
| | 10 05 | | | | | | J'arrose avec 30 cc. d'eau. |
| | 10 20 | 18,8 | 16,6 | 840,0 | 2,4 | 7,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 30 | 18.7 | 16,5 | 3,0 | | | |
| | 11 00 | 18,7 | 16,5 | 8,5 | 5,5 | 11,00 | |
| | 11 30 | 18,7 | 16,6 | 15,0 | 6,5 | 13,00 | |
| | 12 00 | 18,8 | 16,7 | 18,0 | 3,0 | 6,00 | |
| | 12 20 m. | 18,8 | 16,7 | 21,1 | 3,1 | 9,30 | |
| | 12 50 | 18,8 | 16,8 | 24,7 | 3,6 | 7,20 | |
| | 1 30 | 18,8 | 16,9 | 29,2 | 4,5 | 6,75 | |
| | 2 45 | 18,9 | 16,8 | 35,3 | 6,1 | 4,85 | |
| | 3 30 | 19,0 | 17,0 | 38,3 | 3,0 | 4,00 | |
| | 4 00 | 18,9 | 17,0 | 40,2 | 1,9 | 3,80 | |
| | 4 35 | 18,9 | 16,9 | 42,5 | 2,3 | 3,90 | |
| | 8 10 | 18,8 | 16,8 | 54,1 | 11,6 | 3,30 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| Juin 21 . . . | 8 50 | 18,5 | 16,7 | 55,8 | 1,7 | 2,55 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 00 | 18,6 | 16.5 | 3,1 | | | |
| | 10 15 | 19,1 | 16,9 | 6,6 | 3,5 | 2,80 | |
| | 6 00 m. | 18,2 | 16,3 | 21,6 | 15,0 | 2,00 | |
| | 6 05 | | | | | | J'arrose avec 40 cc. d'eau. |
| | 7 10 | 18.5 | 16,5 | 25,8 | 4,2 | 3,60 | |
| | 8 10 | 18,7 | 16.5 | 29,5 | 3,7 | 3,70 | |
| | 10 40 | 19.3 | 17,0 | 40,5 | 11,0 | 4,40 | |
| | 12 00 | 19,5 | 17,4 | 45,9 | 5,4 | 4,00 | |
| | 2 15 s. | 19,6 | 17,5 | 52.5 | 6,6 | 2,90 | |
| | 3 25 | 19,5 | 17,5 | 55.0 | 2,5 | 2.10 | |
| | 3 50 | 19,8 | 17,5 | 56,1 | 1,1 | 2,60 | |
| Juin 22 . , . | 4 30 | 19,7 | 17,5 | 57,5 | 1,4 | 2,10 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 35 | 19,7 | 17,0 | 13,0 | | | |
| | 5 00 | 19,8 | 17,5 | 14,3 | 1,3 | 3,00 | |
| | 5 30 | 20,3 | 17,5 | 15,8 | 1.5 | 3.00 | |
| | 6 00 | 20,0 | 17,7 | 17,1 | 1,3 | 2,60 | |
| | 6 30 | 19,9 | 17,7 | 18,9 | 1,8 | 3,60 | |
| | 7 40 | 20,2 | 17,9 | 21,3 | 2,4 | 2,00 | |
| | 8 30 | 19,9 | 17,9 | 23,0 | 1,7 | 2,00 | |
| | 10 15 | 19,9 | 17,8 | 25,5 | 2,5 | 1,40 | |
| | 6 00 m. | 19,7 | 17,5 | 35,1 | 9,6 | 1,20 | |
| | 12 00 | 20,3 | 18,2 | 43,1 | 8,0 | 1.33 | |
| Juin 23 . . . | 3 00 s. | 20,4 | 18,4 | 47,0 | 3,9 | 1,30 | |
| | 6 30 | 20,6 | 18,6 | 51,2 | 4,2 | 1,20 | |
| | 11 00 | 20,3 | 18,8 | 54,2 | 3,0 | 0,66 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 24 . . . | 7 00 m. | 19,3 | 17,4 | 54.1 | — | 0,1 | — | 0,01 | |
| | 9 00 | 20,5 | 18,5 | 54,9 | + | 0.8 | + | 0,40 | |

---

### 10. Crassula spec.

Plante absolument identique à celle des expériences 11 et 12, cultivée dans un vase qui mesure 7,5 centimètres sur 8,5 centimètres. La tige se bifurque à 30 mm. de la surface de la terre en deux branches, dont l'une se bifurque à son tour de nouveau. Hauteur totale des deux branches principales : 230 mm., diamètre 9,2 mm. Il y a quatre-vingt-dix feuilles, de la grandeur moyenne de 40 sur 15 mm. Volumes des racines desséchées : 1400 mm. cubes[1].

Cette plante a été soumise à un régime spécial pour pouvoir ensuite servir à des expériences sur *l'influence de l'arrosage* sur la pression de la sève ascendante. Après avoir été tenue sous une cloche, où elle s'est magnifiquement développée, elle en a été sortie, et n'a pas été arrosée du tout pendant plusieurs jours. Le jour où l'expérience commence, la terre est complètement desséchée, et quelques-unes des feuilles inférieures de même ; les autres feuilles toutefois sont fraîches et la tige regorge de sève.

La décapitation a lieu à 10 mm. de la surface de la terre.

Un tube vertical est adapté au moignon. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 3,4.

[1] Volume du fragment inférieur de la tige : 1600 mm. cubes.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 10 . . . | 4 00 s. | 18,8 | 17,6 | | | | | | Décapitation. |
| | 4 30 | 18,8 | 17,6 | 117.6 | | | | | |
| | 6 10 | 18,6 | 17,6 | 100,9 | — | 16,7 | — | 10,02 | Arrosage ; 50 cc. d'eau. |
| | 6 15 | | | | | | | | |
| | 6 30 | 18,6 | 18,0 | 97,0 | — | 3,9 | — | 11,70 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 6 35 | — | — | | | | Arrosage ; 50 cc. d'eau; la terre est saturée. |
| | 7 00 | 18,6 | 17,8 | 95,2 | — 1,8 | — 3,60 | |
| Juin 10 . . . | 7 30 | 18,6 | 17,1 | 93,6 | — 1,6 | — 3,20 | |
| | 8 00 | 18,7 | 16,9 | 92,4 | — 1,2 | — 2,40 | |
| | 9 00 | 18,8 | 16,7 | 92,0 | — 0,4 | — 0,40 | |
| | 10 00 | 18,9 | 16,7 | 91,7 | — 0,3 | — 0,30 | |
| | 6 00 m. | 18,1 | 15,8 | 94.7 | + 3,0 | + 0,37 | La plante n'a pas été arrosée ce jour. |
| | 7 00 | 18,1 | 16,0 | 96,3 | 1,6 | 1,60 | |
| | 8 00 | 18,1 | 16,1 | 98,0 | 1,7 | 1,70 | |
| | 9 00 | 18.2 | 16,3 | 99,9 | 1,9 | 1,90 | |
| | 10 00 | 18,3 | 16,4 | 102,1 | 2,2 | 2,20 | |
| | 11 00 | 18,6 | 17,1 | 104,0 | 1,9 | 1,90 | |
| Juin 11 . . . | 12 00 | 18,7 | 17,3 | 105,7 | 1,7 | 1,70 | |
| | 1 00 s. | 18,7 | 17,2 | 107,8 | 2,1 | 2,10 | |
| | 2 00 | 18,6 | 17,0 | 109,8 | 2,0 | 2,00 | |
| | 3 00 | 18,6 | 16,8 | 111,5 | 1,7 | 1,70 | |
| | 4 00 | 18,5 | 16,5 | 113,3 | 1,8 | 1,80 | |
| | 5 00 | 18,5 | 16,5 | 115,0 | 1,7 | 1,70 | |
| | 7 00 | 18.2 | 16,1 | 118,5 | 3,5 | 1,75 | |
| | 9 30 | 18,0 | 15.8 | 121,4 | 2,9 | 1,16 | |
| | 6 00 m. | 17,4 | 15,2 | 131,3 | 9,9 | 1,16 | |
| | 7 00 | 17,6 | 15,2 | 132,5 | 1,2 | 1,20 | |
| | 7 45 | 17,8 | 15,3 | 133,4 | 0,9 | 1,20 | |
| Juin 12 . . . | 8 30 | 17,8 | 15,0 | 134,0 | 0,6 | 0,80 | |
| | 11 30 | 18,0 | 15,3 | 136,2 | 2,2 | 0,73 | |
| | 12 00 | 18,0 | 14,7 | 136,5 | 0,3 | 0,60 | |
| | 1 00 s. | 18,0 | 14,5 | 136,7 | 0,2 | 0,20 | |
| | 2 00 | 18,0 | 14,3 | 137,0 | 0,3 | 0,30 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 00 | 18,2 | 14,3 | 137.0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 3 50 | 18,2 | 14,7 | 137,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 5 30 | 17,8 | 14,1 | 136,7 | — | 0,3 | — | 0,18 | |
| Juin 12 . . . | 6 30 | 17,9 | 14,1 | 136,6 | — | 0,1 | — | 0,10 | La terre est extrêmement sèche. Arrosage; 50 cc. d'eau. |
| | 6 45 | | | | | | | | |
| | 8 00 | 17,3 | 14,5 | 139,3 | + | 2,7 | + | 1,80 | |
| | 9 00 | 18,1 | 14,7 | 141,3 | | 2,0 | | 2,00 | |
| | 10 00 | 18.5 | 15,3 | 143,1 | | 1,8 | | 1,80 | |
| | 7 30 m. | 17,3 | 14,8 | 150.4 | | 7,3 | | 0,77 | Pendant cette journée on augmente la température progressivement. |
| | 8 30 | 18,0 | 15,0 | 150,6 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | 9 30 | 17,8 | 15,0 | 151,3 | | 0,7 | | 0,70 | |
| | 10 30 | 17,8 | 14,9 | 151,7 | | 0,4 | | 0,40 | |
| | 11 30 | 18,0 | 14,9 | 151,9 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | 12 30 s. | 18,3 | 15,6 | 152.5 | | 0,6 | | 0,60 | |
| | 1 30 | 19,3 | 16,1 | 152,9 | | 0,4 | | 0,40 | |
| Juin 13 . . . | 2 00 | 20,0 | 16,4 | 153,5 | | 0,6 | | 1,20 | |
| | 2 30 | 20,4 | 16,7 | 155,5 | | 2,0 | | 4,00 | |
| | 3 00 | 20,8 | 17,3 | 154,2 | — | 1,3 | — | 2,60 | |
| | 3 30 | 21,5 | 17,8 | 154,2 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 4 00 | 21,3 | 18,1 | 154,1 | — | 0,1 | — | 0,20 | |
| | 6 30 | 21,7 | 19.2 | 154,0 | — | 0,1 | — | 0,04 | |
| | 7 30 | 22,0 | 19,3 | 153,5 | — | 0,5 | — | 0,50 | Arrosage après l'observation; 50 cc. d'eau. |
| | 10 00 | 23,2 | 21,1 | 156,2 | + | 2,7 | + | 1,08 | |
| | 7 00 m. | 18,1 | 16,9 | 160,1 | | 3,9 | | 0,43 | |
| | 8 00 | 17,8 | 16,6 | 160,2 | | 0,1 | | 0,10 | |
| Juin 14 . . . | 10 00 | 17,8 | 16,1 | 160,9 | | 0,7 | | 0,35 | |
| | 12 30 s. | 17,8 | 15,9 | 162,6 | | 1,7 | | 0,68 | |
| | 2 00 | 18,0 | 15,9 | 163,2 | | 0,6 | | 0,40 | |
| | 8 00 | 17,4 | 15.8 | 164,7 | | 1,5 | | 0,25 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |

## 11. Crassula spec.

Plante identique à celle de l'expérience précédente, cultivée dans un vase qui mesure 9 sur 10 cm. — La tige se bifurque au ras du sol en deux branches dont l'une est considérablement plus forte que l'autre. La plus grosse (A) mesure à partir de la surface de la terre 310 mm.; son diamètre est, à la partie inférieure, de 8,5 mm., à la partie supérieure de 9 mm: la moins grosse (B) mesure à partir de la surface de la terre 300 mm., mais elle est très tordue et surpasse peut-être en longueur la branche A ; à la partie inférieure son diamètre est de 5,5 mm., à la partie supérieure de 6,5 mm.— Les nombreuses feuilles ont toutes à peu près les mêmes dimensions : 35 sur 18 mm., épaisseur 2,5 mm. — Il semble y avoir deux systèmes distincts de racines, dont l'un se rapporte à la branche A, l'autre à la branche B. Le volume des racines desséchées est, pour la partie qui est du côté de la branche A, de 2500 mm. cubes, pour la partie qui est du côté de la branche B, de 500 mm. cubes.

Les deux branches sont décapitées à 32 mm. au-dessus de la surface du sol[1].

A chacune des deux sections est adapté un tube vertical. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur, pour A, par 4,3, pour B, par 4,2.

Dans le tableau suivant, les chiffres qui se rapportent à la branche B sont imprimés en caractères italiques.

[1] Mais il y a environ 60 mm. de tige chez B avant la surface de section, parce que cette branche est couchée horizontalement avant de s'élever.

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 8 00 m. | 17,5 | | | | | Arrosage. |
| | 5 45 s. | 18,2 | | | | | Décapitation. |
| | 6 30 | 18,3 | 18,2 | 107,0 | | | |
| | | | | *102,6* | | | |
| | 7 00 | 18,2 | 18,2 | 120,1 | 13,1 | 26,20 | |
| | | | | *105,5* | *2,9* | *5,80* | |
| Mai 25 . . . . | 7 30 | 17,8 | 18,1 | 126,4 | 6,3 | 12,60 | |
| | | | | *108,1* | *2,6* | *5,20* | |
| | 8 00 | 18,4 | 17,6 | 131,7 | 5.3 | 10,60 | |
| | | | | *110,3* | *2,2* | *4,40* | |
| | 8 30 | 18,4 | 17,6 | 136,6 | 4,9 | 9,80 | |
| | | | | *111,6* | *1,3* | *2,60* | |
| | 9 30 | 18,0 | 17,5 | 145,7 | 9,1 | 9,10 | |
| | | | | *114,7* | *3,1* | *3,10* | |
| | 6 00 m. | 17,7 | 16,9 | 213,1 | 67,4 | 7,93 | |
| | | | | *138,2* | *23,5* | *2,76* | |
| | 7 00 | 17,7 | 16,9 | 221,9 | 8,8 | 8,80 | |
| | | | | *142,1* | *3,9* | *3,90* | |
| | 8 00 | 17,9 | 17,1 | 229,0 | 7,1 | 7,10 | |
| | | | | *145,5* | *3,4* | *3,40* | |
| | 8 10 | | | | | | Arrosage. |
| | 9 00 | 17,9 | 17,1 | 240,0 | 11,0 | 11.00 | |
| Mai 26 . . . . | | | | *149,8* | *4,3* | *4,30* | |
| | 12 00 | 17,8 | 17,1 | 263,0 | 23,0 | 7,66 | |
| | | | | *160,6* | *10,8* | *3,60* | |
| | 12 30 s. | 17,7 | 17,1 | 265,1 | 2,1 | 4,20 | |
| | | | | *161,8* | *1.2* | *2,40* | |
| | 1 00 | 17,7 | 17,1 | 267,1 | 2,0 | 4,00 | |
| | | | | *162,6* | *0.8* | *1,60* | |
| | 2 00 | 18,0 | 17,1 | 270,6 | 3,5 | 3,50 | |
| | | | | *164,7* | *2,1* | *2,10* | |
| | 3 00 | 17,6 | 17,1 | 272,9 | 2,3 | 2,30 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | | | | *166,4* | *1,7* | *1,70* | |
| | 4 00 | 17,4 | 16,9 | 274,4 | 1,5 | 1,50 | |
| | | | | *167,6* | *1,2* | *1,20* | |
| | 5 00 | 17,4 | 16,9 | 275,6 | 1,2 | 1,20 | |
| | | | | *168,8* | *1,2* | *1,20* | |
| Mai 26 . . . . | 6 00 | 17,7 | 17,0 | 276,9 | 1,3 | 1,30 | |
| | | | | *169,8* | *1,0* | *1,00* | |
| | 7 00 | 17,6 | 16,9 | 277,8 | 0,9 | 0,90 | |
| | | | | *170,6* | *0,8* | *0,80* | |
| | 9 00 | 17,0 | 16,2 | 278,0 | 0,2 | 0,10 | |
| | | | | *172,0* | *1,4* | *0,70* | |
| | 9 30 | 18,2 | 16,4 | 279,0 | 1,0 | 2,00 | |
| | | | | *172,5* | *0,5* | *1,00* | |
| | 12 15 m. | 17,6 | 16,8 | 280,0 | 1,0 | 0,36 | |
| | | | | *174,5* | *2,0* | *0,73* | |
| | 6 00 | 17,3 | 16,5 | 280,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | | | | *177,4* | *2,9* | *0,50* | |
| | 7 00 | 17,3 | 16,6 | 279,7 | — 0,3 | — 0,30 | |
| | | | | *177,4* | *0,0* | *0,00* | |
| | 9 30 | 17,7 | 17,1 | 278,7 | — 1,0 | — 0,40 | |
| Mai 27 . . . . | | | | *178,2* | + *0,8* | + *0,32* | |
| | 9 45 | | | | | | Arrosage. |
| | 10 30 | 17,8 | 17,2 | 281,0 | + 2,3 | + 2,30 | |
| | | | | *179,2* | *1,0* | *1,00* | |
| | 12 15 s. | 18,2 | 17,6 | 282,6 | 1,6 | 0,91 | |
| | | | | *180,6* | *1,4* | *0,80* | |
| | 1 15 | 18,2 | 17,6 | 281,9 | — 0,7 | — 0,70 | |
| | | | | *181,4* | + *0,8* | + *0,80* | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mai 27 . . . . | 5 30 | 18,6 | 17,4 | 279,7 | — | 2,2 | — | 0,52 | |
| | | | | *182,0* | + | *0,6* | + | *0,14* | |
| | 8 00 | 17,3 | 16,8 | 276,6 | — | 3,1 | — | 1,24 | |
| | | | | *182,4* | + | *0,4* | + | *0,16* | |
| | 9 00 | 18,0 | 16,9 | 276,0 | — | 0,6 | — | 0,60 | |
| | | | | *182,2* | — | *0,2* | — | *0,20* | |
| | 10 00 | 18,3 | 17,1 | 275,6 | — | 0,4 | — | 0,40 | |
| | | | | *182,1* | — | *0,1* | — | *0,10* | |
| Mai 28 . . . . | 6 00 m. | 17,7 | 16,8 | 267,6 | — | 8,0 | — | 1,00 | |
| | | | | *180,6* | — | *1,5* | — | *0,19* | |
| | 7 00 | 17,8 | 17,0 | 266,7 | — | 0,9 | — | 0,90 | |
| | | | | *180,6* | | *0,0* | | *0,00* | |
| | 8 00 | 18,2 | 17,2 | 265,0 | — | 1,7 | — | 1,70 | |
| | | | | *180,2* | — | *0,4* | — | *0,40* | |
| | 8 15 | | | | | | | | Arrosage à saturation. |
| | 9 30 | 19,4 | 18,0 | 266,3 | + | 1,3 | + | 0,87 | |
| | | | | *181,5* | + | *1,3* | + | *0,87* | |
| | 10 00 | 19,8 | 18,3 | 266,0 | — | 0,3 | — | 0,60 | |
| | | | | *181,5* | | *0,0* | | *0,00* | |
| | 11 00 | 19,8 | 18,6 | 266,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | | | | *181,3* | — | *0,2* | — | *0,20* | |
| | 12 00 | 19,8 | 18,6 | 265,3 | — | 0,7 | — | 0,70 | |
| | | | | *181,7* | + | *0,4* | + | *0,40* | |
| | 1 00 s. | 19,8 | 18,8 | 264,9 | — | 0,4 | — | 0,40 | |
| | | | | *181,8* | + | *0,1* | + | *0,10* | |
| | 2 00 | 20,0 | 19,0 | 264,4 | — | 0,5 | — | 0,50 | |
| | | | | *181,9* | + | *0,1* | + | *0,10* | |
| | 4 00 | 20,2 | 19,1 | 262,3 | — | 2,1 | — | 1,05 | |
| | | | | *181,5* | — | *0,4* | — | *0,20* | |
| | 5 00 | 20,2 | 19,3 | 261,5 | — | 0,8 | — | 0,80 | |
| | | | | *181,2* | — | *0,3* | — | *0,30* | |
| | 6 00 | 20,3 | 19,5 | 260,2 | — | 1,3 | — | 1,30 | |
| | | | | *180,6* | — | *0,6* | — | *0,60* | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 8 00 | 20,3 | 19,5 | 257,0 | — 3,2 | — 1,60 | |
| | | | | *180,5* | — *0,1* | — *0,05* | |
| Mai 28 . . . . | 9 00 | 20,0 | 19,5 | 255,9 | — 1.1 | — 1,10 | |
| | | | | *179,8* | — *0.7* | — *0,70* | |
| | 10 30 | 19,9 | 19,3 | 252,1 | — 3,8 | — 2.53 | |
| | | | | *179,1* | — *0,7* | — *0,47* | |
| | 6 00 m. | 19,3 | 18,6 | 240,6 | — 11,5 | — 1,53 | |
| | | | | *174,6* | — *4,5* | — *0,60* | |
| | 6 10 | | | | | | Arrosage à saturation. |
| | 7 30 | 19,1 | 18,7 | 239,4 | — 1,2 | — 0.80 | |
| | | | | *174,6* | *0,0* | *0,00* | |
| | 9 30 | 19,9 | 19,2 | 237,0 | — 2,4 | — 1,20 | |
| | | | | *174,0* | — *0.6* | — *0,30* | |
| Mai 29 . . . . | 12 00 | 20,0 | 19,5 | 233,4 | — 3,6 | — 1,44 | |
| | | | | *173,0* | — *1,0* | — *0,40* | |
| | 2 00 s. | 20,0 | 19,5 | 230.4 | — 3,0 | — 1,50 | |
| | | | | *172,0* | — *1,0* | — *0,50* | |
| | 4 00 | 20,6 | 19,6 | 226,3 | — 4,1 | — 2,05 | |
| | | | | *170,9* | — *1,1* | — *0,55* | |
| | 9 30 | 21,2 | 20,4 | 215,6 | — 10,7 | — 1.94 | |
| | | | | *167,6* | — *3,3* | — *0,60* | |
| | 12 15 m. | 20,2 | 19,8 | 209.5 | — 6,1 | — 2,22 | |
| | | | | *164,5* | — *3,1* | — *1,13* | |
| | 6 15 | 20,0 | 19,4 | 196,6 | — 12,9 | — 2,15 | |
| Mai 30 . . . . | | | | *158,9* | — *5,6* | — *0,93* | |
| | 8 30 | | | | | | Arrosage. |
| | 9 00 | 20,7 | 20,5 | 190,5 | — 6,1 | — 2,22 | |
| | | | | *157.2* | — *1,7* | — *0,62* | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mai 30. . . . | 4 30 s. | 21,2 | 20,5 | 178,5 | — | 12,0 | — | 1,60 |
| | | | | *151,9* | — | *5,3* | — | *0,70* |

La colonne d'eau a continué à baisser dans les deux branches pendant plusieurs jours d'une façon progressive. L'examen microscopique ne révèle aucune trace de désorganisation à la surface de section, ni de Bactéries ou d'Infusoires.

---

### 12. Crassula spec.

Plante cultivée dans un vase mesurant 7,5 sur 8 cm., identique aux précédentes, à l'exception que les deux branches qui résultent de la bifurcation de la tige sont semblables l'une à l'autre. — La tige se bifurque à 65 mm. au-dessus du sol, l'une des deux branches (A) atteint 200 mm. ; l'autre (B) 175 mm., (à partir de la bifurcation) ; le diamètre de la partie inférieure de la tige est de 9 mm., celui de chacune des deux branches, de 7,1 mm. — Les nombreuses feuilles ont toutes environ les mêmes dimensions : 35 sur 18 mm., épaisseur 2.5 mm. — Volume total des racines desséchées : 1500 mm. cubes. L'aspect extérieur ne permet pas de distinguer deux systèmes de racines paraissant correspondre aux deux branches, ainsi que cela se pouvait dans l'expérience précédente.

Pendant les trois jours qui précèdent l'expérience, cette plante a été tenue sous cloche ; elle est saturée d'eau.

Les deux branches A et B sont décapitées à 78 mm. au-dessus de la surface de la terre.

A chacune des deux sections est adapté un tube vertical. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur, pour A, par 4,6, pour B, par 4,4.

Dans le tableau suivant, les chiffres qui se rapportent à la branche B sont imprimés en caractères italiques.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 8 30 s. | 21,2 | 19,3 | | | | Décapitation. |
| | 8 40 | 21,2 | 19,3 | 70,0 | | | |
| | | | | *70,0* | | | |
| | 8 55 | 21,2 | 19,3 | 95,3 | 25,3 | 101,20 | |
| | | | | *112,6* | *42,6* | *170,40* | |
| Mai 29 . . . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 00 | 21,2 | 19,3 | 70,0 | | | |
| | | | | *70,0* | | | |
| | 9 15 | 21,2 | 19,3 | 87,8 | 17,8 | 71,20 | |
| | | | | *104.0* | *34,0* | *136,00* | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 30 | 21,2 | 19,3 | 70,0 | | | |
| | | | | *70,0* | | | |
| | 12 15 m. | 20,2 | 19,2 | 83,5 | 13,5 | 4,91 | |
| | | | | *93,4* | *23,4* | *8,51* | |
| | 6 15 | 20,0 | 18,6 | 86,4 | 2,9 | 0,45 | |
| | | | | *88,0* | — *5,4* | — *0,90* | |
| | 7 30 | 20,2 | 19,1 | 89,5 | 3,1 | 2,48 | |
| | | | | *88,2* | + *0,2* | + *0,16* | |
| | 8 30 | | | | | | Arrosage. |
| Mai 30 . . . . | 9 00 | 20,7 | 19,2 | 91,5 | 2,0 | 1,34 | |
| | | | | *89,4* | *1,2* | *0,80* | |
| | 10 30 | 20,7 | 19,3 | 95,4 | 3,9 | 2,60 | |
| | | | | *90,1* | *0,7* | *0,47* | |
| | 12 30 s. | 20,7 | 19,3 | 97,3 | 1,9 | 0,95 | |
| | | | | *92,2* | *2,1* | *1,05* | |
| | 1 30 | 21,0 | 19,3 | 97,3 | 0,0 | 0,00 | |
| | | | | *92,4* | *0,2* | *0,20* | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 30 | 21,2 | 19,4 | 98,8 | | 1,5 | | 0,50 | |
| | | | | *94,0* | | *1,6* | | *0,53* | |
| | 5 30 | 21,3 | 19,7 | 99,9 | | 1,1 | | 1,10 | |
| | | | | *94,1* | | *0,1* | | *0,10* | |
| Mai 30 . . . . | 6 00 | 21,3 | 19,8 | 100,2 | | 0,3 | | 0,60 | |
| | | | | *94,2* | | *0,1* | | *0,20* | |
| | 7 30 | 21,3 | 19,7 | 99,6 | — | 0,6 | — | 0,40 | |
| | | | | *94,2* | | *0,0* | | *0,00* | |
| | 10 00 | 21,7 | 20,0 | 101,0 | + | 1,4 | + | 0,56 | |
| | | | | *94,7* | | *0,5* | + | *0,20* | |
| | 12 15 m. | 20,9 | 18,9 | 101,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | | | | *95,4* | | *0,7* | + | *0,31* | |
| | 6 00 | 20,6 | 18,5 | 103,3 | | 2,3 | | 0,40 | |
| | | | | *96,2* | | *0,8* | | *0,14* | |
| | 6 55 | | | | | | | | Arrosage. |
| | 8 30 | 20,9 | 18,8 | 106,3 | | 3,0 | | 1,20 | |
| | | | | *96,4* | | *0,2* | | *0,08* | |
| | 10 00 | 21,0 | 19,2 | 109,6 | | 3,3 | | 2,20 | |
| | | | | *97,2* | | *0,8* | | *0,53* | |
| | 12 00 | 21,4 | 19,5 | 110,3 | | 0,7 | | 0,35 | |
| | | | | *97,6* | | *0,4* | | *0,20* | |
| Mai 31 . . . . | 1 45 s. | 21,4 | 19,5 | 110,4 | | 0,1 | | 0,57 | |
| | | | | *98,2* | | *0,6* | | *0,34* | |
| | 2 30 | 21,6 | 19,6 | 110,5 | | 0,1 | | 0,13 | |
| | | | | *98,5* | | *0,3* | | *0,40* | |
| | 4 00 | 21,4 | 19,4 | 110,4 | — | 0,1 | — | 0,07 | |
| | | | | *98,4* | — | *0,1* | — | *0,07* | |
| | 6 00 | 21,4 | 19,3 | 110,0 | — | 0,4 | — | 0,20 | |
| | | | | *98,0* | — | *0,4* | — | *0,20* | |
| | 6 30 | 21,6 | 19,1 | 110,8 | + | 0,8 | + | 1,60 | |
| | | | | *98,1* | + | *0,1* | + | *0,20* | |
| | 8 00 | 21,1 | 18,5 | 110,8 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | | | | *98,3* | + | *0,2* | + | *0,13* | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | | ACCROISSEMENT par heure. | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | | | |
| Mai 31 . . . . | 10 30 | 19,8 | 16,8 | 109.4 | — | 1.4 | — | 0,56 | |
| | | | | *98.8* | + | *0,5* | + | *0,20* | |
| | 6 00 m. | 20,5 | 17,5 | 108,4 | — | 1,0 | — | 0,13 | |
| | | | | *99,2* | + | *0,4* | + | *0,05* | |
| | 6 30 | | | | | | | | Arrosage. |
| | 8 00 | 20,5 | 17,9 | 109,3 | + | 0,9 | + | 0,45 | |
| | | | | *100,0* | + | *0,8* | + | *0,40* | |
| | 9 00 | 20,8 | 18,2 | 109,5 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | | | | *100,0* | | *0,0* | | *0,00* | |
| Juin 1 . . . . | 10 00 | 21,0 | 18,4 | 110,0 | + | 0,5 | + | 0,50 | |
| | | | | *99,6* | — | *0,4* | — | *0,40* | |
| | 11 00 | 21,0 | 18,5 | 110,4 | + | 0,4 | + | 0,40 | |
| | | | | *99,7* | + | *0,1* | + | *0,10* | |
| | 2 00 s. | 21.2 | 19,0 | 110,9 | + | 0,5 | + | 0,17 | |
| | | | | *100,5* | + | *0,8* | + | *0,27* | |
| | 7 45 | 21.2 | 18,8 | 109,1 | — | 1,8 | — | 0,31 | |
| | | | | *101,2* | + | *0,7* | + | *0,12* | |
| | 8 30 m. | 20,9 | 18,3 | 105,5 | — | 3,6 | — | 0,28 | |
| | | | | *100,6* | — | *0,6* | — | *0,05* | |
| Juin 2 . . . . | 8 30 s. | 21,4 | 18,9 | 104,5 | — | 1,0 | — | 0,08 | |
| | | | | *100,6* | | *0,0* | | *0,00* | |

La colonne d'eau continue à baisser dans A et dans B ; le 3 juin, à 4 heures du matin, le niveau est dans les deux tubes à 100 mm. exactement.

Digitized by Google

## 13. Eucalyptus globulus.

Plante âgée de deux ans environ, cultivée dans un vase mesurant 13 centimètres en hauteur sur 15 centimètres en largeur au bord supérieur. — La tige mesure, depuis la surface de la terre, 950 mm. Au quart de la hauteur, la tige se ramifie en trois branches, dont l'une surtout, une des deux latérales, porte beaucoup de jeunes rameaux garnis de petites feuilles très jeunes. — Volume des racines complètement desséchées : 5600 mm. cubes.

La décapitation a lieu à 30 mm. au-dessus de la surface du sol.

Un tube vertical a été adapté à la surface de section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 4,5

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mars 23 . . . | 7 45 s. | 17,5 | 14,0 | | | | | | Décapitation. |
| | 8 00 | — | — | | | | | | Arrosage. |
| | 8 15 | 17.5 | 14,0 | 55,3 | | | | | |
| Mars 24 . . . | 6 45 m. | 15,5 | 12,0 | 52,6 | — | 2,7 | — | 0,25 | |
| | 12 00 | 16,8 | 14,0 | 56,6 | + | 4,0 | + | 0,76 | |
| | 2 00 s. | 16.8 | 14,0 | 56,9 | + | 0,3 | + | 0,15 | |
| | 4 00 | 16,0 | 14,0 | 57,6 | + | 0,7 | + | 0,35 | |
| | 6 00 | 17,0 | 14,0 | 57,4 | — | 0,2 | — | 0,10 | |
| | 8 00 | 18.0 | 14,5 | 57,0 | — | 0,4 | — | 0,20 | |
| | 10 00 | 17,0 | 15,0 | 55,5 | — | 1,5 | — | 0,75 | |
| Mars 25 . . . | 6 00 m. | 15,8 | 13,5 | 52,1 | — | 3,4 | — | 0,42 | Fort arrosage immédiatement après l'observation. |
| | 8 00 | 16,0 | 13,5 | 51,2 | — | 0,9 | — | 0,45 | |
| | 10 00 | 16.0 | 13,5 | 52,1 | + | 0,9 | + | 0,45 | |
| | 1 00 s. | 17,4 | 14,0 | 53,3 | + | 1,2 | + | 0,40 | |
| | 2 00 | 18,0 | 14,5 | 54,0 | + | 0,7 | + | 0,70 | |
| | 4 00 | 17,3 | 14,8 | 54,4 | + | 0,4 | + | 0,20 | |
| | 6 00 | 17,0 | 14,5 | 54,0 | — | 0,4 | — | 0,20 | |
| | 8 00 | 17,5 | 14,5 | 53,6 | — | 0,4 | — | 0,20 | |
| | 9 30 | 17,3 | 15,0 | 52,6 | — | 1,0 | — | 0,66 | |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 00 m. | 16°,0 | 13°,5 | 48,0 | — 4,6 | — 0,44 | |
| | 10 00 | 16,0 | 13,7 | 48,0 | 0,0 | 0,00 | |
| Mars 26 . . . | 12 00 | 16,2 | 14,0 | 48,8 | + 0,8 | + 0,40 | |
| | | | | | | | J'élève le niveau de pression. |
| | 2 00 s. | 16,3 | 14,0 | 167,0 | | | |
| | 5 00 | 16,5 | 14,0 | 163,0 | — 4,0 | — 1,33 | |
| | 10 30 | 16,5 | 14,5 | 159,0 | — 4,0 | — 0,72 | |
| | 8 00 m. | 16,0 | 13,5 | 153,0 | — 6,0 | — 0,63 | |
| | 10 00 | 16,0 | 14,0 | 152,0 | — 1,0 | — 0,50 | |
| | 12 00 | 16,0 | 13,8 | 150,3 | — 1,7 | — 0,85 | |
| | 2 00 s. | 16,5 | 13,8 | 150,0 | — 0,3 | — 0,15 | |
| Mars 27 . . . | 5 00 | 15,5 | 13,5 | 147,0 | — 3,0 | — 1,00 | |
| | 8 30 | 16,5 | 14,2 | 144,0 | — 3,0 | — 0,85 | |
| | | | | | | | J'élève le niveau de pression. |
| | 8 50 | 16,7 | 14,4 | 370,0 | | | |
| | 9 30 | 17,7 | 14,5 | 370,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 6 00 m. | 15,5 | 13,5 | 351,0 | — 19,0 | — 2,23 | |
| | 8 00 | 13,3 | 12,5 | 348,0 | — 3,0 | — 1,50 | |
| | 10 00 | 15,3 | 13,0 | 345,7 | — 2,3 | — 1,15 | |
| | 12 00 | 15,0 | 12,0 | 344,0 | — 1,7 | — 0,85 | |
| Mars 28 . . . | 2 00 s. | 14,3 | 11,5 | 341,0 | — 3,0 | — 1,50 | Arrosée à 3 h. 45 m. |
| | 4 00 | 15,3 | 13,0 | 339,5 | — 1,5 | — 0,75 | |
| | 6 00 | 15,3 | 13,5 | 337,9 | — 1,6 | — 0,80 | |
| | 8 00 | 16,5 | 14,0 | 336,8 | — 1,1 | — 0,55 | |
| | 9 00 | 16,5 | 14,0 | 336,2 | — 0,6 | — 0,60 | |
| Mars 29 . . . | 8 00 m. | 15,8 | 13,5 | 328,5 | — 7,7 | — 0,70 | |
| | | | | | | | J'élève le niveau de pression. |
| | 8 30 | 15,9 | 13,5 | 900,3 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 00 | 16,7 | 13,8 | 899,8 | — | 0,5 | — | 0,20 | |
| | 1 00 s. | 16,0 | 13,9 | 884,0 | — | 15,8 | — | 7,90 | |
| Mars 29 . . . | 2 00 | 16,0 | 14,0 | 880,0 | — | 4,0 | — | 4,00 | |
| | 4 00 | 15,0 | 13,3 | 873,0 | — | 7,0 | — | 3,50 | |
| | 6 00 | 17,5 | 13,5 | 865,0 | — | 8,0 | — | 4,00 | |
| | 11 00 | 16,8 | 15,0 | 852,0 | — | 13,0 | — | 2,60 | |
| | 8 00 m. | 15,3 | 13,0 | 830,0 | — | 22,0 | — | 2,33 | |
| | 10 00 | 16,0 | 13,3 | 829,0 | — | 1,0 | — | 0,50 | Arrosée après l'observation. |
| | 12 00 | 16,3 | 13,5 | 824,0 | — | 5,0 | — | 2,50 | |
| Mars 30 . . . | 2 00 s. | 16,4 | 13,5 | 821,0 | — | 3,0 | — | 1,50 | |
| | 4 00 | 16,5 | 13,5 | 818,0 | — | 3,0 | — | 1,50 | |
| | 6 00 | 16,5 | 14,0 | 814,0 | — | 4,0 | — | 2,00 | |
| | 10 00 | 16,5 | 14,5 | 810,0 | — | 4,0 | — | 1,00 | |
| | 6 00 m. | 15,0 | 13,0 | 798,0 | — | 12,0 | — | 1,50 | |
| | 8 00 | 14,7 | 12,8 | 794,0 | — | 4,0 | — | 2,00 | |
| Mars 31 . . . | 10 00 | 16,3 | 13,5 | 792,0 | — | 2,0 | — | 1,00 | |
| | 12 00 | 15,8 | 14,0 | 790,0 | — | 2,0 | — | 1,00 | |
| | 2 00 s. | 15,8 | 14,5 | 784,0 | — | 6,0 | — | 3,00 | |
| | 8 30 | 15,8 | 13,8 | 772,0 | — | 12,0 | — | 1,84 | |
| | 8 00 m. | 14,5 | 12,5 | 761,0 | — | 11,0 | — | 0,95 | Arrosage à 6 h. |
| | 12 00 | 15,3 | 13,5 | 758,0 | — | 3,0 | — | 0,75 | |
| Avril 1. . . . | 2 00 s. | 15,8 | 13,5 | 756,0 | — | 2,0 | — | 1,00 | |
| | 6 00 | 15,4 | 14,0 | 750,0 | — | 6,0 | — | 1,50 | |
| | 8 00 | 15,4 | 14,0 | 740,0 | — | 10,0 | — | 5,00 | |
| | 10 00 | 15,5 | 14,0 | 735,0 | — | 5,0 | — | 2,50 | |

---

### 14. Eucalyptus globulus.

Plante âgée de deux ans environ, cultivée dans un vase qui mesure 12 centimètres en hauteur et 13 centimètres en largeur au bord supérieur. — La tige est simple ; elle mesure 960 mm. à

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

partir de la surface de la terre; dans sa partie inférieure elle est sensiblement cylindrique et mesure 6 mm. en diamètre. En sectionnant cette tige à différentes hauteurs, je trouve partout une apparence très sèche ; on n'aperçoit aucune trace d'humidité, ni sur la surface supérieure, ni sur la surface inférieure des tranches. — Il y a environ soixante feuilles, dont quatorze mesurent 100 sur 55 mm. ; vingt-quatre, 60 sur 40 mm.; douze, 45 sur 30 mm. ; les autres sont très petites. — Volume des racines desséchées: environ 4000 mm. cubes.

Cette plante a été abondamment arrosée pendant plusieurs jours avant de commencer l'expérience et, à partir de la décapitation, le vase plonge dans une soucoupe qu'on entretient pleine d'eau.

La décapitation a lieu à 110 mm. au-dessus de la surface du sol.

Le moignon est adapté à mon manomètre modifié. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20,0.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 6 00 s. | | | | | | Décapitation. |
| | 6 30 | 20,0 | 16,0 | 0,0 | | | |
| Janvier 22. | 7 30 | 19,5 | 16,0 | — 1.8 | — 1,8 | — 1,80 | |
| | 8 45 | 19,0 | 16,0 | — 2,8 | — 1,0 | — 0,80 | |
| | 9 30 | 18,5 | 16,0 | — 3,1 | — 0,3 | — 0,40 | |
| | 9 30 m. | 17,0 | 13,0 | — 11,8 | — 8,7 | — 0,72 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 10 00 | | | 0,0 | | | |
| Janvier 23. | 11 00 | 18.0 | 13,0 | + 1,2 | + 1,2 | + 1,20 | |
| | 12 00 | 18.0 | 13,0 | 2,1 | 0,9 | 0,90 | |
| | 1 30 s. | 17,6 | 13,4 | 3,0 | 0,9 | 0,60 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 00 | 18,2 | 13,5 | 3,8 | 0.8 | 0,53 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 05 | | | 0,0 | | | |
| Janvier 23. . | 4 35 | 17,5 | 13,3 | 0,5 | 0,5 | 0,33 | |
| | 6 05 | 17,9 | 13,0 | 0,5 | 0,0 | 0,00 | |
| | 7 45 | 17,0 | 13,0 | — 0,6 | — 1,1 | — 0,66 | |
| | 8 45 | 17,0 | 13,0 | — 1,1 | — 0,5 | — 0,50 | |
| | 9 45 m. | 17,0 | 12,0 | — 16,0 | — 14,9 | — 1,14 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 10 00 | | | 0,0 | | | |
| | 11 00 | 17,8 | 12,3 | + 1,1 | + 1,1 | + 1,10 | |
| | 12 00 | 17,1 | 12,3 | 2,1 | 1,0 | 1,00 | |
| Janvier 24. . | 5 30 s. | 17,8 | 13,0 | 5,5 | 3,4 | 0,61 | |
| | 6 30 | 18,9 | 13,7 | 6,0 | 0,5 | 0,50 | |
| | 7 30 | 18,0 | 13,8 | 5,5 | — 0,5 | — 0,50 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | | | | 0,0 | | | |
| | 9 30 | 18,2 | 14.0 | — 0,5 | — 0,5 | — 0,25 | |
| | 9 00 m. | 18,5 | 13,0 | — 12,2 | — 11,7 | — 1,02 | |
| | 10 00 | 17,0 | 13,0 | — 13,7 | — 1,5 | — 1,50 | |
| | 11 00 | 18,0 | 13,0 | — 14,0 | — 0,3 | — 0.30 | |
| | 12 00 | 19,5 | 13,2 | — 15,0 | — 1,0 | — 1,00 | |
| | 1 00 s. | 20,0 | 13,8 | — 15,9 | — 0,9 | — 0,90 | |
| | 3 00 | 20,8 | 14.5 | — 17,2 | — 1,3 | — 0,65 | |
| | 4 00 | 19.2 | 14,6 | — 18,5 | — 1,3 | — 1,30 | |
| Janvier 25. . | 5 00 | 18,2 | 14,0 | — 19,2 | — 0,7 | — 0,70 | |
| | 6 00 | 18,2 | 14.0 | — 20,2 | — 1,0 | — 1,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 6 10 | | | 0.0 | | | |
| | 8 10 | 17,8 | 13,7 | + 1,2 | + 1,2 | + 0,60 | |
| | 10 10 | 18,2 | 13,5 | 2,1 | 0,9 | 0,45 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 20 | | | 0.0 | | | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier 26. | 9 20 m. | 16°,2 | 12°,0 | 1,6 | 1,6 | 0,14 | |
| | 10 20 | 16,2 | 12.0 | — 0,4 | — 1,2 | — 1,20 | |
| | 11 40 | 16,8 | 12,3 | — 0,2 | — 0,6 | — 0,45 | |
| | 1 40 s. | 17,1 | 12.5 | — 0,8 | — 0,6 | — 0.30 | |
| | 4 20 | — | 13.0 | — 1,8 | — 1,0 | — 0,37 | |
| | 7 50 | 16,8 | 13,5 | — 3,2 | — 1.4 | — 0,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 7 55 | | | 0,0 | | | |
| | 9 55 | 20.0 | 14.5 | + 3,2 | + 3,2 | + 1.60 | |
| Janvier 27. | 8 55 m. | 15,0 | 12,7 | 1,2 | — 2,0 | — 0,18 | |
| | 9 55 | 17.0 | 12,5 | 0,8 | — 0,4 | — 0,44 | |
| | 12 55 | 17.0 | 12,7 | — 0,2 | — 1,0 | — 0,33 | |
| | 5 55 s. | 19,9 | 13,7 | — 1.3 | — 1,1 | — 0,22 | |
| | 7 35 | 18.8 | 14,0 | — 1.7 | — 0,4 | — 0,20 | |
| | 9 35 | 20.0 | 15,0 | — 2.5 | — 0.8 | — 0,40 | |
| | 9 35 m. | 20,0 | 14,8 | — 6,9 | — 4.4 | — 0.36 | |
| Janvier 28. | 11 05 | 19,8 | 15,1 | — 7,8 | — 0,9 | — 0.60 | |
| | 1 35 s. | 19,2 | 15,0 | — 8,7 | — 0,9 | — 0,36 | |
| | 6 35 | 18,5 | 15.0 | — 10,0 | — 1,3 | — 0.26 | |
| | 9 35 | 18,0 | 14,0 | — 11.2 | — 1,2 | — 0,40 | |

## 15. Cucumis Melo.

Plante cultivée dans l'eau [1] (Solution Knop à 3 gr. par litre [2]), âgée de 15 semaines. — La tige mesure 21 centimètres jusqu'à la naissance de la plus jeune feuille (la onzième) ; diamètre 4 mm.—

Digitized by Google

La plus grande feuille mesure 40 mm. sur 40 mm. — Longueur maximum des racines : 105 mm. ; racines latérales nombreuses, très fines et délicates ; les extrémités sont souvent élargies en massues et jaunâtres. Volume des racines desséchées : 1000 mm. cubes.

La plante reste dans la solution pendant l'expérience. La décapitation a lieu à 27 mm. au-dessus de l'origine de la tige, 35 mm. au-dessus du niveau de l'eau.

Un tube vertical est adapté sur la surface de section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 4,6.

[1] Bocal de 400 centimètres cubes.
[2] Avec du $(PO^4)_2 Fe_2$ en plus.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 8. . . . | 2 45 s. | | | | | | Décapitation. Le soleil avait pendant la matinée échauffé l'eau. |
| | 3 00 | 17,5 | 20.0 | 35,4 | | | |
| | 5 00 | 16,3 | 19,2 | 37,0 | 1,7 | 0.85 | |
| | 11 00 | 16,5 | 17,0 | 42,5 | 5.5 | 0,92 | |
| Avril 9. . . . | 8 00 m. | 16,7 | 16,5 | 52,3 | 9,8 | 1,09 | |
| | 9 30 | 17,2 | 21.5 | 55,3 | 3,0 | 2,00 | Soleil sur le bocal ! |
| | 6 00 s. | 14,5 | 15,8 | 66,1 | 10,8 | 1,[illegible]7 | |
| | 9 00 | 16.0 | 15,4 | 68,5 | 2,4 | 0,80 | |
| Avril 10 . . . | 7 00 m. | 15.0 | 14,8 | 77,3 | 8,8 | 0,88 | |
| | 9 30 | 15.5 | 16,0 | 80,5 | 3,2 | 1,28 | Soleil ! |
| | 10 30 | 16.0 | 17.5 | 82,1 | 1,6 | 1,60 | |
| | 11 30 | 16,1 | 17,9 | 84,9 | 2,8 | 2,80 | |
| | 2 30 s. | 15,3 | 17,0 | 90,3 | 5,4 | 1,80 | |
| | 4 30 | 14,3 | 16.0 | 92,8 | 2,5 | 1,25 | |
| | 5 30 | 15,3 | 15,9 | 94.5 | 1,7 | 1,70 | |
| | 12 00 | 15.5 | 15,1 | 99,7 | 5,2 | 0,80 | |
| Avril 11 . . . | 7 00 m. | 14,9 | 14,5 | 105,9 | 6,2 | 0,88 | |
| | 8 00 | 15,7 | 14,9 | 106,6 | 0,7 | 0,70 | |
| | 9 00 | 15,5 | 15,5 | 108.0 | 1,4 | 1,40 | |
| | 10 30 | 17,3 | 16,9 | 110,7 | 2,7 | 1,80 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 11 . . . | 11 30 | 17°,5 | 17°.5 | 113.0 | 2,3 | 2,30 | |
| | 5 30 s. | 15,9 | 16,5 | 120.4 | 7,4 | 1,23 | |
| | 8 10 | 17,3 | 16,4 | 122,7 | 2,3 | 0.86 | |
| | 9 10 | 17,5 | 16,5 | 123,5 | 0.8 | 0.80 | |
| Avril 12 . . . | 6 30 m. | 15,3 | 15,0 | 130,0 | 6.5 | 0,69 | |
| | 7 00 | 15,4 | 15,1 | 130.5 | 0,5 | 1,00 | |
| | 8 00 | 16.3 | 15,5 | 131,7 | 1.2 | 1,20 | |
| | 9 00 | 16,8 | 16,1 | 132,8 | 1.1 | 1,10 | |
| | 10 00 | 17,3 | 17,0 | 134,4 | 1.6 | 1,60 | |
| | 11 00 | 17,6 | 17,8 | 135.8 | 1,4 | 1,40 | |
| | 12 00 | 16.3 | 17,9 | 137,3 | 1,5 | 1,50 | |
| | 1 00 s. | 15,4 | 17,6 | 138,8 | 1,5 | 1,50 | |
| | 3 00 | 14,8 | 16,8 | 140,9 | 2,1 | 1,05 | |
| | 4 00 | 14,4 | 16,3 | 141,8 | 0,9 | 0,90 | |
| | 5 00 | 15,5 | 16,0 | 142,3 | 0,5 | 0,50 | |
| | 6 00 | 15,5 | 16,0 | 143,0 | 0.7 | 0.70 | |
| | 7 00 | 15,5 | 15,9 | 143.5 | 0,5 | 0.50 | |
| | 8 00 | 15.3 | 15,8 | 144,3 | 0,8 | 0.80 | |
| | 9 00 | 16,5 | 15,9 | 144,9 | 0,6 | 0,60 | |
| | 10 00 | 17,0 | 16,0 | 145,3 | 0,4 | 0,40 | |
| Avril 13 . . . | 6 00 m. | 16,0 | 15.5 | 149,3 | 4,0 | 0,50 | |
| | 7 00 | 15,9 | 15.7 | 149,5 | 0.2 | 0,20 | |
| | 8 00 | 16.3 | 16,0 | 150.2 | 0.7 | 0,70 | |
| | 10 00 | 15,8 | 18.0 | 151,5 | 1,3 | 0,65 | Soleil sur le bocal ! |
| | 11 00 | 15,2 | 18,5 | 152,5 | 1,0 | 1,00 | |
| | 12 00 | 14,8 | 18,0 | 153,6 | 1,1 | 1.10 | |
| | 1 00 s. | 14,8 | 17.3 | 154.2 | 0,6 | 0,60 | |
| | 2 00 | 15,4 | 17,0 | 155,0 | 0,8 | 0.80 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 00 | 16,1 | 16,8 | 155,7 | | 0,7 | | 0,70 | |
| | 4 00 | 16,2 | 16,6 | 156,3 | | 0,6 | | 0,60 | |
| | 5 00 | 15,9 | 16,4 | 156,5 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | 6 00 | 15,5 | 16,2 | 156,9 | | 0,4 | | 0,40 | |
| Avril 13 . . . | 7 00 | 16,6 | 16,2 | 157,5 | | 0,6 | | 0,60 | |
| | 8 00 | 17,0 | 16,4 | 157,8 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 9 00 | 17,3 | 16,5 | 158,1 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 10 00 | 17,5 | 17,0 | 158,5 | | 0,4 | | 0,40 | |
| | 6 00 m. | 16,5 | 16,7 | 159,2 | | 0,7 | | 0,09 | |
| | 7 00 | 17,2 | 16,7 | 159,2 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 8 00 | 17,3 | 16,7 | 159,2 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 9 00 | 17,4 | 17,0 | 159,2 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | | | | | | | | | Niveau abaissé. |
| | 9 30 | 17,0 | 17,2 | 89,0 | | | | | |
| | 10 00 | 17,2 | 17,3 | 89,5 | | 0,5 | | 1,00 | |
| | 11 00 | 16,9 | 17,3 | 89,9 | | 0,4 | | 0,40 | |
| | 1 00 s. | 17,2 | 17,2 | 90,4 | | 0,5 | | 0,25 | |
| Avril 14 . . . | 2 00 | 17,3 | 17,2 | 90,5 | | 0,1 | | 0,10 | |
| | 3 00 | 17,1 | 17,3 | 90,8 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 4 00 | 17,1 | 17,3 | 90,9 | | 0,1 | | 0,10 | |
| | 5 00 | 16,7 | 17,2 | 90,6 | — | 0,3 | — | 0,30 | |
| | 6 00 | 16,7 | 17,0 | 90,2 | — | 0,4 | — | 0,40 | |
| | 7 00 | 17,2 | 17,0 | 89,6 | — | 0,6 | — | 0,60 | |
| | 8 00 | 17,1 | 16,9 | 89,4 | — | 0,2 | — | 0,20 | |
| | 9 00 | 17,4 | 16,9 | 88,6 | — | 0,8 | — | 0,80 | |
| | 10 00 | 17,3 | 17,0 | 87,7 | — | 0,9 | — | 0,90 | |
| | 6 00 m. | 15,5 | 15,6 | 79,9 | — | 7,8 | — | 0,97 | |
| | 7 00 | 16,7 | 15,8 | 77,7 | — | 2,2 | — | 2,20 | |
| | 9 00 | 19,0 | 17,7 | 72,6 | — | 5,1 | — | 2,55 | Soleil sur le bocal ! |
| Avril 15 . . . | 10 00 | 18,5 | 21,9 | 69,1 | — | 3,5 | — | 3,50 | » |
| | 12 00 | 18,4 | 21,9 | 64,0 | — | 5,1 | — | 2,55 | » |
| | 1 00 s. | 18,3 | 21,5 | 61,0 | — | 3,0 | — | 3,00 | |
| | 3 00 | 18,1 | 19,9 | 55,0 | — | 6,0 | — | 3,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| Avril 15 . . . | 4 00 | 18.3 | 19,5 | 53,1 | — 1,9 | — 1.90 | |
| | 5 00 | 18,2 | 19,0 | 50,0 | — 3,1 | — 3,10 | |
| | 7 00 | 18,0 | 18,2 | 45,0 | — 5,0 | — 2,50 | |
| | 9 00 | 18,3 | 17,9 | 39,9 | — 5,1 | — 2,55 | |
| | 10 00 | 18,4 | 17,7 | 37,1 | — 2,8 | — 2,80 | |

L'eau continue à baisser; elle disparaît dans la partie élargie de l'appareil, sous le tube en caoutchouc.

---

### 16. Cucurbita Pepo.

Plante cultivée *dans l'eau*[1] (solution Knop, à 0,5 gr. par litre d'eau distillée), âgée de six semaines. Longueur maximum des racines 75 mm. Longueur de la tige jusqu'à la naissance des cotylédons 45 mm. Première feuille encore cachée, longue de 2 cm.

La décapitation a lieu à 26 mm. au-dessus de l'origine des racines, c'est-à-dire à la moitié environ de la hauteur totale de la tige.

Un tube vertical est adapté sur la surface de section. Pour trouver la quantité de sève, multiplier l'accroissement en hauteur par 3,2.

[1] Bocal de un litre et demi.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier 31 . . | 3 15 s. | 17,5 | 15,6 | 61,0 | | | |
| | 5 00 | 17,6 | 15,6 | 61,8 | 0,8 | 0,45 | |
| | 7 30 | 17,9 | 15,6 | 64,5 | 2,7 | 1,08 | |
| | 9 00 | 17,8 | 15,8 | 67,0 | 2,5 | 1.66 | |

Digitized by Google

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 00 m. | 17,0 | 15,3 | 83,3 | 16,3 | 1,48 |
| | 9 15 | 17,2 | 15,3 | 85,0 | 1,7 | 1,36 |
| | 10 15 | 17,4 | 15,5 | 85,9 | 0,9 | 0,90 |
| | 11 00 | 17,5 | 15,5 | 87,7 | 1,8 | 2,40 |
| | 1 00 s. | 17,5 | 15,6 | 91,1 | 3,4 | 1,70 |
| Février 1 . . | 1 45 | 17,6 | 15,6 | 92,3 | 1,2 | 1,60 |
| | 5 15 | 17,8 | 15,6 | 99,3 | 7,0 | 2,00 |
| | 7 00 | 18,0 | 15,8 | 101,6 | 2,3 | 1,31 |
| | 8 00 | 18,0 | 15,8 | 103,2 | 1,6 | 1,60 |
| | 9 00 | 17,8 | 15,8 | 104,4 | 1,2 | 1.20 |
| | 10 00 | 17,6 | 15,8 | 105,9 | 1,5 | 1,50 |
| | 6 00 m. | 16.0 | 15.0 | 116,7 | 10,8 | 1,35 |
| | 8 00 | 17,0 | 15,0 | 118,2 | 1,5 | 0,75 |
| | 10 00 | 16,5 | 15,0 | 121,0 | 2,8 | 1,40 |
| | 12 00 | 16,5 | 15,2 | 123,8 | 2,8 | 1,40 |
| Février 2 . . | 2 00 s. | 17,0 | 15,5 | 126,0 | 2,2 | 1,10 |
| | 4 25 | 17,4 | 15,7 | 129,7 | 3,7 | 1.53 |
| | 6 00 | 18,0 | 15,8 | 131.5 | 1,8 | 1,13 |
| | 8 00 | 17,5 | 15,8 | 138,9 | 7,4 | 3,70 |
| | 10 00 | 17,0 | 16,0 | 142,0 | 3,1 | 1,55 |
| | 6 25 m. | 14,3 | 14,0 | 150,0 | 8,0 | 0,97 |
| | 8 15 | 15,3 | 13,8 | 151,4 | 1,4 | 0,76 |
| | 9 00 | 16,5 | 14,0 | 152,1 | 0,7 | 0,93 |
| | 10 00 | 16,8 | 14,5 | 153.2 | 1,1 | 1.10 |
| | 12 00 | 17,0 | 15,0 | 155,6 | 2.4 | 1,20 |
| Février 3 . . | 1 10 s. | 14,0 | 15,0 | 156,3 | 0,7 | 0.60 |
| | 5 45 | 16.0 | 15,2 | 162,0 | 5,7 | 1,20 |
| | 7 00 | 16,7 | 15,2 | 163,8 | 1,8 | 1,44 |
| | 8 00 | 17,0 | 15,5 | 165,7 | 1,9 | 1.90 |
| | 9 15 | 17,5 | 15,8 | 167,0 | 1,3 | 1,04 |
| | 10 00 | 17,5 | 16,0 | 167,3 | 0,3 | 0,40 |
| Février 4 . . | 7 00 m. | 15,8 | 14,0 | 175,3 | 8,0 | 0,88 |
| | 8 45 | 15,9 | 14,4 | 176,7 | 1,4 | 0.80 |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 30 | 16°,0 | 14°,5 | 178,5 | 1,8 | 0,65 | |
| | 1 30 s. | 16,5 | 14,5 | 180.4 | 1,9 | 0,95 | |
| Février 4 . . | 3 45 | 17,0 | 15,0 | 182.7 | 2,3 | 1,02 | |
| | 5 00 | 17.0 | 15,3 | 184,2 | 1.5 | 1,20 | |
| | 7 00 | 17.5 | 15,3 | 186,5 | 2.3 | 1,15 | |
| | 9 15 | 18.0 | 16,0 | 189,2 | 2,7 | 1,20 | |
| Février 5 . . | 9 15 s. | 17,3 | 15,0 | 210.8 | 21,6 | 0,90 | Absence pendant 24 heures. |
| | 9 50 m. | 15,5 | 13.8 | 220,5 | 9,8 | 0,77 | |
| | 11 50 | 15,8 | 14,0 | 221,4 | 0,9 | 0,45 | |
| Février 6 . . | 1 00 s. | 15,8 | 14,0 | 221,7 | 0,3 | 0.25 | |
| | 3 30 | 15,8 | 14,2 | 223,7 | 2.0 | 0.80 | |
| | 8 55 | 16,0 | 14,3 | 228,8 | 5.1 | 0,94 | |
| | 7 40 m. | 14,8 | 13.0 | 235,4 | 6,6 | 0,61 | |
| | 10 15 | 15,8 | 13,5 | 236,9 | 1,5 | 0.58 | |
| Février 7 . . | 3 30 s. | 16,2 | 14,5 | 240,4 | 3.5 | 0.66 | |
| | 9 50 | 16,2 | 14,5 | 244,7 | 4,3 | 0,67 | |
| | 7 45 m. | 14.8 | 13.5 | 249,0 | 4.3 | 0,43 | |
| Février 8 . . | 2 00 s. | 17,2 | 14,2 | 252,0 | 3,0 | 0,48 | |
| | 10 00 | 18,0 | 15 0 | 258,3 | 6.3 | 0,78 | |

## 17. Cucurbita Pepo.

Plante cultivée *dans l'eau*[1] (solution Knop, d'abord à 2 gr., ensuite à 3 gr. par litre, plus 0,1 gr. par mille de $(PO_4)_2 Fe_2$), âgée de onze semaines, petite, mais vigoureuse. Longueur des

Digitized by Google

racines 180 mm., volume 200 mm. cubes.— Hauteur totale de la tige 55 mm., diamètre 4,8 mm.— Six petites feuilles (65 mm. sur 45 mm.) ; fleurs en boutons.

Avant l'expérience la plante est transférée dans $H_2O$ distillée. La décapitation a lieu à 40 mm. au-dessus de l'origine des racines, 35 mm. au-dessus du niveau de l'eau.

Un tube vertical est adapté sur la surface de section. Pour trouver la quantité de sève, multiplier l'accroissement en hauteur par 4,2.

[1] Bocal de un litre et demi.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 45 s. | | | | | | | | Décapitation. |
| | 4 00 | 22,0 | 22,5 | 66,0 | | | | | |
| | 4 30 | 22,0 | 22,5 | 61,5 | — | 4,5 | — | 9,00 | |
| | 6 30 | 22,1 | 22,5 | 69,0 | + | 7,5 | + | 3,75 | |
| Juin 3 . . . . | 7 45 | 21,9 | 22,5 | 73,0 | | 4,0 | | 3,20 | |
| | 8 15 | 22,0 | 22,5 | 75,5 | | 2,5 | | 5,00 | |
| | 8 30 | 22,0 | 22,5 | 76,9 | | 1,4 | | 5,60 | |
| | 9 00 | 22,0 | 22,5 | 79,0 | | 2,1 | | 4,20 | |
| | 10 00 | 22,5 | 22,6 | 82,8 | | 3,8 | | 3,80 | |
| | 5 30 m. | 21,9 | 22,0 | 96,0 | | 13,2 | | 1,76 | |
| | 12 00 | 23,9 | 23,0 | 101,5 | | 5,5 | | 0,84 | |
| | 1 00 s. | 22,8 | 23,0 | 102,5 | | 1,0 | | 1,00 | |
| | 2 00 | 22,7 | 23,2 | 103,5 | | 1,0 | | 1,00 | |
| Juin 4 . . . . | 5 00 | 22,5 | 23,1 | 105,9 | | 2,4 | | 0,80 | |
| | 6 00 | 22,4 | 23,1 | 106,6 | | 0,7 | | 0,70 | |
| | 7 00 | 22,3 | 23,0 | 107,4 | | 0,8 | | 0,80 | |
| | 8 00 | 22,0 | 22,9 | 107,6 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | 9 00 | 21,6 | 22,7 | 108,1 | | 0,5 | | 0,50 | |
| | 7 00 m. | 21,0 | 21,5 | 110,9 | | 2,8 | | 0,28 | |
| | 8 00 | 20,9 | 21,5 | 111,4 | | 0,5 | | 0,50 | |
| Juin 5 . . . . | 9 00 | 20,8 | 21,5 | 111,6 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | 11 00 | 20,7 | 21,8 | 111,9 | | 0,3 | | 0,15 | |
| | 12 00 | 20,5 | 21,9 | 112,1 | | 0,2 | | 0,20 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| Juin 5 . . . . | 2 00 s. | 20°,5 | 21°,6 | 113,2 | 1,1 | 0,55 | Après avoir enlevé quelques bulles de gaz. |
| | 4 00 | 20,5 | 21,5 | 113,3 | 0,1 | 0,05 | |
| | 5 00 | 20,4 | 21,4 | 114,9 | — | — | |
| | 6 00 | 20,0 | 21,3 | 114,4 | 2,5 | 2,50 | |
| | 7 00 | 19,0 | 21,3 | 114,4 | 0,0 | 0,00 | |
| | 10 30 | 18,6 | 20,5 | 115,5 | 1,1 | 0,31 | |

A partir du lendemain matin, 6 juin, il s'est produit un si abondant dégagement de bulles de gaz par la surface de section que les mesures ont dû être abandonnées. Ici, comme chez presque toutes les *Cucurbita*, il y a décomposition rapide à la surface de section ; l'examen microscopique y révèle de nombreux Infusoires et Bactéries.

---

## 18. Cucurbita Pepo.

Plante cultivée *dans l'eau*[1] (solution Knop à 2,75 gr. par litre, + 0,1 gr. $(PO_4)_2 Fe_2$) âgée de quinze semaines, très bien dévoloppée. — Racines fines, transparentes, longues au maximum de 140 mm. — Tige longue de 370 mm., diamètre 6,5 sur 6 mm. — Feuilles nombreuses, mesurant jusqu'à 90 mm. en longueur sur 80 mm. en largeur ; fleurs en boutons avancés.

Pendant plusieurs jours avant l'expérience, ainsi que pendant la durée de celle-ci, la plante se trouve dans l'eau distillée sans aucune addition. La décapitation a lieu à 45 mm. au-dessus de l'origine des racines et du niveau de l'eau dans le bocal.

Cette plante est adaptée au manomètre à niveau variable. Les mesures de hauteur sont corrigées

Digitized by Google

(pour la dilatation de l'eau) à 0°. — Pour trouver la quantité de sève, multiplier l'accroissement en hauteur par 12,6.

[1] Bocal de deux litres.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 25 s. | 18,0 | 18,5 | | | | | | Décapitation. |
| | 4 40 | 18,0 | 18,5 | 492,4 | | | | | |
| | 4 50 | 18,0 | 18,5 | 488,4 | — | 4,0 | — | 24,00 | Niveau abaissé. |
| | 4 52 | 18,0 | 18,5 | 392,4 | | | | | |
| | 4 57 | 18,0 | 18,5 | 390,6 | — | 1,8 | — | 21,60 | Niveau abaissé. |
| | 4 59 | 18,0 | 18,5 | 292,4 | | | | | |
| | 5 19 | 18,0 | 18,5 | 291,4 | — | 1,0 | — | 3.00 | Niveau abaissé. |
| Juin 17 . . . | 5 22 | 18,0 | 18,5 | 172,6 | | | | | |
| | 5 52 | 17,9 | 18,5 | 172,3 | — | 0,3 | — | 0,60 | Niveau abaissé. |
| | 5 55 | 17,9 | 18,5 | 142,6 | | | | | |
| | 6 10 | 18,0 | 18,5 | 142,5 | — | 0,1 | — | 0,40 | |
| | 6 35 | 18,0 | 18,5 | 142,1 | — | 0,4 | — | 0,96 | Niveau abaissé. |
| | 6 40 | 18,0 | 18,5 | 132,4 | | | | | |
| | 8 10 | 17,7 | 18,5 | 131,9 | — | 0,5 | — | 0,33 | Niveau abaissé. |
| | 8 15 | 17,7 | 18,5 | 122,6 | | | | | |
| | 9 15 | 18,0 | 18,5 | 122,1 | — | 0,5 | — | 0,50 | |
| Juin 18 . . . | 6 15 m. | 18,0 | 18,2 | 124,4 | + | 2,3 | + | 0.25 | |

La formation de nombreuses bulles de gaz a interrompu cette expérience.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |

## 19. Cucurbita Pepo[1].

Plante âgée de trois mois[2], cultivée dans un vase qui mesure 8 centimètres sur 10 centimètres. — La tige est longue de 120 mm.; au point où la décapitation a lieu son diamètre est de 5,4 mm. — Il y a six feuilles dont le développement a atteint son maximum, leurs pétioles mesurent de 110 à 130 mm.; leurs limbes 70 mm. sur 85 mm.; deux feuilles mesurent 50 mm. sur 60 mm.; quatre sont encore toutes petites. Il y a des fleurs en boutons. — Volume des racines complètement desséchées: 700 mm. cubes.

Depuis dix jours le vase de cette plante plonge dans un récipient contenant de l'eau; la terre est donc saturée d'eau et la plante n'a plus été arrosée depuis ce temps. Elle reste dans les mêmes conditions pendant toute la durée de l'expérience.

La décapitation a lieu à 15 mm. du sol.

Un tube vertical est adapté sur la surface de section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier l'accroissement en hauteur par 6,7.

[1] Cette expérience est à comparer avec la suivante.
[2] Cultivée au Jardin botanique de la ville de Genève.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 15 m. | ° | ° | | | | | | Décapitation. |
| | 11 45 | 19,7 | 20,1 | 79,3 | | | | | Baisse à vue d'œil; j'ai diminué la colonne de pression. |
| Juin 2 . . . . | 12 10 s. | 19,8 | | 56,4 | | | | | |
| | 12 30 | 19,8 | | 57,1 | + | 0,7 | + | 2,10 | |
| | 1 00 | 19,7 | 20,6 | 56,7 | — | 0,4 | — | 0,80 | |
| | 1 30 | 19,8 | 20,6 | 56,2 | — | 0,5 | — | 1,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 2 . . . . | 2 30 | 20,0 | 20,6 | 55,9 | — | 0,3 | — | 0,30 | |
| | 3 00 | 20,0 | 20,7 | 55,0 | — | 0,9 | — | 1,80 | |
| | 4 30 | 20,1 | 20,8 | 55,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| Juin 3 . . . . | 1 00 m. | 19,7 | 20,8 | 53,5 | — | 1,5 | — | 0,18 | |
| | 4 00 | 19.6 | 20,7 | 53,6 | + | 0,1 | + | 0,03 | |
| | 6 00 | 19,5 | 20,5 | 53,7 | | 0,1 | | 0,05 | |
| | 7 00 | 19,6 | 20,5 | 54,1 | | 0,4 | | 0,40 | |
| | 8 00 | 19.7 | 20,6 | 54,1 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 8 30 | 19,7 | 20,6 | 54,1 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 11 00 | 20,0 | 20,9 | 55.0 | | 0,9 | | 0,36 | |
| | 1 30 s. | 20,0 | 21,0 | 55,9 | | 0,9 | | 0,36 | |
| | 2 30 | 20,2 | 21,0 | 57,0 | | 1,1 | | 1,10 | |
| | 3 00 | 20,3 | 21,1 | 56,8 | | 0,2 | | 0,40 | |
| | 3 30 | 20,4 | 21,1 | 57,0 | | 0,2 | | 0,40 | |
| | 4 00 | 20,5 | 21,2 | 57,3 | | 0,3 | | 0,60 | |
| | 6 30 | 20,6 | 21,4 | 58,8 | | 1,5 | | 0,60 | |
| | 7 30 | 20,4 | 21,5 | 59,3 | | 0,5 | | 0,50 | |
| | 8 00 | 20,5 | 21,5 | 59,6 | | 0,3 | | 0,60 | |
| | 8 30 | 20,5 | 21,5 | 60,0 | | 0,4 | | 0,80 | |
| | 9 00 | 20,5 | 21,5 | 60,3 | | 0,3 | | 0,60 | |
| | 10 00 | 21,0 | 21,5 | | | | | | Une grosse bulle de gaz se dégage à la surface de section; je l'éloigne. |
| Juin 4 . . . . | 5 30 m. | 20,4 | 21,3 | 62,0 | | 1,7 | | 0,20 | |
| | 12 00 | 22,4 | 22,1 | 71,4 | | 9,4 | | 1,44 | Dégagement de nombreuses bulles. J'enlève les bulles en réduisant le niveau de la colonne d'eau. |
| | 1 00 s. | 21,3 | | | | | | | |
| | 5 30 | 20,9 | 21,9 | 60,5 | | | | | |
| | 6 00 | 20,9 | 21,9 | 60,5 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 7 00 | 20,8 | 21,9 | 58,5 | — | 2,0 | — | 2,00 | |
| | 8 00 | 20,5 | 21,6 | 57,0 | — | 1,5 | — | 1,50 | |
| | 9 00 | 20,1 | 21,4 | 55,0 | — | 2,0 | — | 2,00 | |

Le tube a été vidé plusieurs fois pour recommencer l'expérience, mais toujours les bulles de gaz l'obstruaient aussitôt. L'examen des racines montre que la plupart avaient péri sous ce régime



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |

de saturation; seules celles qui sont dans la partie supérieure du vase semblent encore dans un état normal. Les Bactéries, les Infusoires et les Anguillula abondent, tant sur la surface de section que sur les racines.

---

## 20. Cucurbita Pepo.[1]

Plante âgée de deux mois et demi, cultivée dans un vase mesurant 11,5 centimètres en hauteur, 14,25 cm. en largeur. — La tige est longue de 70 mm.; au point où la décapitation a lieu, son diamètre est de 6,0 mm. — Il y a quatre feuilles dont le pétiole varie entre 80 et 100 mm. et dont le limbe mesure 90 mm. sur 110 mm., trois dont le limbe mesure 45 sur 30 mm. et deux toutes petites. Les fleurs sont plus avancées que dans la plante précédente, elles sont sur le point de s'ouvrir. — Volume des racines complètement desséchées: 1250 mm. cubes; volume des racines et de la partie de la tige inférieure à la section : 2500 mm. cubes. Une des racines mesure 360 mm. en longueur.

Cette plante a été arrosée régulièrement d'une façon très modérée matin et soir; ce régime continue pendant l'expérience.

La décapitation a lieu à 20 mm. du niveau du sol.

Un tube vertical est adapté sur la surface de section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier l'accroissement en hauteur par 5,8.

[1] Cette expérience a été instituée simultanément avec la précédente pour examiner l'influence de l'arrosage.

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 25 s. | ° | ° | | | | Décapitation. |
| | 1 50 | 19,8 | 20,2 | 77,7 | | | |
| | 2 00 | 19.9 | 20,3 | 78,5 | 0,8 | 4,80 | |
| | 2 30 | 20.0 | 20,4 | 83.2 | 4,7 | 9,40 | |
| | 3 00 | 20,0 | 20,5 | 88,5 | 5,3 | 10,60 | |
| | 3 30 | 20,1 | 20,7 | 93,4 | 4.9 | 9,80 | |
| | 4 00 | 20,0 | 20,6 | 99,0 | 5,6 | 11,20 | |
| | 4 30 | 20,1 | 20,6 | 104,2 | 5,2 | 10,40 | |
| Juin 2 . . . . | 5 00 | 20,0 | 20,6 | 111,1 | 6,9 | 13,80 | |
| | 5 30 | 20,0 | 20,6 | 117.1 | 6,0 | 12,00 | |
| | 6 00 | 20,1 | 20,6 | 123,7 | 6,6 | 13,20 | |
| | 6 30 | 20,1 | 20,6 | 130,9 | 7,2 | 14,40 | |
| | 6 35 | | | | | | Arrosée avec 30 cc. d'eau. |
| | 7 00 | 20,0 | 20,7 | 138,6 | 7,7 | 15,40 | |
| | 7 30 | 19,9 | 20,7 | 145,1 | 6,5 | 13,00 | |
| | 10 00 | 19,9 | 20,5 | 187,5 | 42,4 | 16,96 | |
| | 10 30 | 19,8 | 20,5 | 192,3 | 4,8 | 9.60 | |
| | 1 00 m. | 19,7 | 20,5 | 233,2 | 40,9 | 16,36 | |
| | 4 00 | 19.6 | 20,0 | 277,4 | 44,2 | 14,73 | |
| | 4 30 | 19,7 | 20,0 | 282,8 | 5,4 | 10,80 | |
| | 6 00 | 19,5 | 19,9 | 304.9 | 22,1 | 14,73 | |
| | 7 00 | 19,6 | 20,0 | 318,1 | 13,2 | 13,20 | |
| | 7 10 | | | | | | Arrosée avec 30 cc. d'eau. |
| | 7 30 | 19,6 | 20,0 | 325,6 | 7,5 | 15,00 | |
| | 8 00 | 19,7 | 20,0 | 333,4 | 7,8 | 15,60 | |
| Juin 3 . . . . | 8 30 | 19,7 | 20,0 | 341,1 | 7,7 | 15,40 | |
| | 9 00 | 19,8 | 20,0 | 350,7 | 9,6 | 19,20 | |
| | 9 30 | 20,0 | 20,0 | 358,0 | 7,3 | 14,60 | |
| | 10 00 | 20,3 | 20,0 | 366,7 | 8,7 | 17,40 | |
| | 10 30 | 20,1 | 20,1 | 375,2 | 8,5 | 17,00 | |
| | 11 00 | 20,0 | 20,1 | 382,6 | 7,4 | 14,80 | |
| | 11 30 | 20,0 | 20,1 | 390,7 | 8,1 | 16.20 | |
| | 12 00 | 20,1 | 20,2 | 396,8 | 6,1 | 12,20 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 12 30 s. | 20,0 | 20,2 | 402,5 | 5,7 | 11,40 | |
| | 1 00 | 20,0 | 20,2 | 408,6 | 6,1 | 12,20 | |
| | 1 30 | 20,0 | 20,2 | 415,5 | 6,9 | 13,80 | |
| | 2 00 | 20,2 | 20,2 | 422,2 | 6,7 | 13,40 | |
| | 2 30 | 20,2 | 20,3 | 430,5 | 8,3 | 16,60 | |
| | 3 00 | 20,3 | 20,3 | 437,3 | 6,8 | 13,60 | |
| | 3 30 | 20,4 | 20,3 | 444,5 | 7,2 | 14,40 | |
| | 4 00 | 20,5 | 20,4 | 453,4 | 8,9 | 17,80 | |
| Juin 3 . . . . | 6 30 | 20,6 | 20,6 | 490,5 | 37,1 | 14,84 | Chiffre trop bas, puisque l'eau découle du haut du tube. |
| | 6 45 | | | | | | J'ai abaissé le niveau dans le tube. |
| | 6 50 | 20,5 | 20,5 | 138,2 | | | Arrosage à 6 h. 45 m., avec 30 cc. d'eau. |
| | 7 30 | 20,4 | 20,5 | 163,5 | 25,3 | 37,73 | |
| | 8 00 | 20,5 | 20,6 | 171,5 | 8,0 | 16,00 | |
| | 8 30 | 20,5 | 20,6 | 180,1 | 8,6 | 17,20 | |
| | 9 00 | 20,5 | 20,6 | 188,9 | 8,8 | 17,60 | |
| | 10 00 | 21,0 | 20,7 | 205,9 | 17,0 | 17,00 | |
| | 5 30 m. | 20,4 | 20,3 | 329,6 | 123,7 | 16,49 | |
| | 6 30 | | | | | | Arrosée avec 30 cc. d'eau. |
| | 12 00 | 22,4 | 20,6 | 439,5 | 109,9 | 16,90 | |
| | 1 00 s. | 21,3 | 20,6 | 452,2 | 12,7 | 12,70 | |
| | 2 00 | 21,2 | 20,7 | 467,9 | 15,7 | 15,70 | |
| Juin 4 . . . . | 5 00 | 21,0 | 20,6 | 490,5 | 22,6 | 7,53 | Chiffre trop bas, puisque l'eau découle du haut du tube. |
| | 5 15 | | | 174,8 | | | J'ai abaissé le niveau dans le tube. |
| | 5 30 | 20,9 | 20,6 | 180,2 | 5,4 | 21,60 | |
| | 6 00 | 20,9 | 20,6 | 189,0 | 8,8 | 17,60 | |
| | 6 25 | | | | | | Arrosée avec 30 cc. d'eau. |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 4 | 7 00 | 20,8 | 20,6 | 203,6 | 14,6 | 14,60 | |
| | 8 00 | 20,5 | 20,5 | 221,0 | 17,4 | 17,40 | |
| | 9 00 | 20,1 | 20,2 | 233,5 | 12,5 | 12,50 | |
| | 10 00 | 20,5 | 20,0 | 244,6 | 11,1 | 11,10 | |
| | 7 00 m. | 19,5 | 19,2 | 348,5 | 103,9 | 11,54 | |
| | 8 00 | 19,4 | 19,2 | 357,5 | 9,0 | 9,00 | |
| | 8 10 | | | | | | Arrosée avec 30 cc. d'eau. |
| Juin 5 | 9 00 | 19,3 | 19,0 | 368,1 | 10,6 | 10,60 | |
| | 11 00 | 19,2 | 18,7 | 387,7 | 19,6 | 9,80 | |
| | 12 00 | 19,0 | 18,2 | 398,9 | 11,2 | 11,20 | |
| | 2 00 s. | 19,0 | 17,9 | 416,7 | 17,8 | 8,90 | |
| | 4 00 | 19,0 | 17,7 | 431,4 | 14,7 | 7,35 | |
| | 5 00 | 18,9 | 17,6 | 439,2 | 7,8 | 7,80 | |
| | 6 00 | 18,5 | 17,6 | 445,5 | 6,3 | 6,30 | |
| | 7 00 | 18,0 | 17,6 | 452,4 | 6,9 | 6,90 | Arrosée (30 cc.). |
| | 8 15 | 17,5 | 17,2 | 458,5 | 6,1 | 4,88 | |
| | 9 30 | 17,5 | 16,9 | 466,6 | 8,1 | 6,48 | |
| | 10 30 | 17,1 | 16,7 | 472,5 | 5,9 | 5,90 | |
| | 8 00 m. | 18,3 | 17,7 | 490,5 | 18,0 | 1,90 | Chiffre très inférieur à la vérité, puisque l'eau découle depuis longtemps du haut du tube. |
| | 8 50 | | | | | | Arrosée avec 30 cc. d'eau. |
| | — | — | — | — | — | — | J'ai abaissé le niveau dans le tube. |
| Juin 6 | 9 00 | 18,5 | 17,7 | 357,7 | | | |
| | 9 30 | 18,7 | 17,7 | 360,1 | 2,4 | 4,80 | |
| | 10 00 | 18,8 | 17,7 | 362,9 | 2,8 | 5,60 | |
| | 11 00 | 19,0 | 18,0 | 369,5 | 6,6 | 6,60 | |
| | 12 00 | 19,0 | 18,1 | 374,9 | 5,4 | 5,40 | |
| | 1 00 s. | 18,9 | 18,1 | 381,3 | 6,4 | 6,40 | |
| | 2 00 | 19,2 | 18,2 | 386,3 | 5,0 | 5,00 | |
| | 3 00 | 19,2 | 18,2 | 392,3 | 6,0 | 6,00 | |
| | 4 00 | 19,5 | 18,3 | 398,0 | 5,7 | 5,70 | |
| | 5 00 | 19,6 | 18,6 | 404,0 | 6,0 | 6,00 | |
| | 6 00 | 19,9 | 18,7 | 410,4 | 6,4 | 6,40 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| Juin 6 . . . . | 7 00 | 19°,5 | 18°,8 | 416,5 | 6,1 | 6,10 | |
| | 7 30 | 19,3 | 18,9 | 419,8 | 3,3 | 6,60 | |
| | 9 00 | 18,9 | 18,7 | 430,4 | 10,6 | 7,06 | |

Dans la journée du 6 juin, quelques petites bulles de gaz s'étaient de temps en temps montrées à la surface de section ; le 7 juin ce dégagement de gaz se fait avec rapidité et remplit le tube. — L'examen microscopique n'a *pas* révélé de décomposition par Bactéries, etc., à la surface de section.

---

## 21. Cucurbita Pepo.

Plante âgée de trois mois[1], cultivée dans un vase mesurant 8 cm. en hauteur, 9,5 cm. en largeur. — La tige est longue de 100 mm., son diamètre est de 6,5 mm. — La plus grande feuille a un pétiole qui mesure 140 mm., le limbe mesure 80 mm. sur 120 mm. ; un autre limbe mesure 100 × 110 mm. ; deux autres 70 × 90 mm. ; en outre il y a six feuilles qui vont en diminuant de surface. — Volume des racines complètement desséchées : 700 mm. cubes.

La décapitation a lieu à 20 mm. du niveau du sol.

Cette plante a été adaptée au manomètre à niveau variable. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 12,6.

Les hauteurs indiquées par le manomètre sont corrigées à la température de 0°.

[1] Cultivée au Jardin botanique de la ville de Genève.

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 00 m. | 18,0 | 17,7 | | | | Décapitation. |
| | 12 00 | 18,1 | 17,8 | 395,0 | | | Après cette observation arrosée abondamment. |
| | 1 30 s. | 18,3 | 17,9 | 397,3 | 2,3 | 1,53 | |
| | 2 15 | 18,0 | 17,5 | 399,2 | 1,9 | 2,53 | |
| | 2 30 | 17,9 | 17,3 | 400,0 | 0,8 | 3,20 | |
| | 3 30 | 17,3 | 16,4 | 402,3 | 2,3 | 2,30 | |
| Juin 8 . . . . | 4 30 | 17,7 | 16,4 | 404,2 | 1,9 | 1,90 | |
| | 5 30 | 17,9 | 16,7 | 405,9 | 1,7 | 1,70 | |
| | 6 30 | 17,9 | 16,7 | 408,2 | 2,3 | 2,30 | |
| | 7 45 | 17,9 | 16,7 | 410,8 | 2,6 | 2,08 | |
| | 9 00 | 17,7 | 16,7 | 413,7 | 2,9 | 2,32 | |
| | 10 15 | 17,7 | 16,7 | 416,0 | 2,3 | 1,84 | |
| | 7 00 m. | 17,2 | 16,4 | 430,2 | 14,2 | 1,71 | La plante n'a pas été arrosée avant le soir. |
| | 8 30 | 17,2 | 16,4 | 432,0 | 1,8 | 1,20 | |
| | 9 30 | 17,2 | 16,2 | 433,7 | 1,7 | 1,70 | |
| | 10 30 | 17,5 | 16,5 | 435,3 | 1,6 | 1,60 | |
| | 11 30 | 17,5 | 16,6 | 436,0 | 0,7 | 0,70 | |
| | 12 30 s. | 17,5 | 16,6 | 436,9 | 0,9 | 0,90 | |
| | 1 30 | 17,5 | 16,6 | 437,8 | 0,9 | 0,90 | |
| Juin 9 . . . . | 2 30 | 17,5 | 16,6 | 438,1 | 0,3 | 0,30 | |
| | 3 30 | 17,5 | 16,6 | 438,6 | 0,5 | 0,50 | |
| | 6 30 | 17,4 | 16,6 | 439,5 | 0,9 | 0,30 | |
| | 7 30 | 17,4 | 16,6 | 439,7 | 0,2 | 0,20 | |
| | 9 00 | 17,6 | 16,6 | 440,1 | 0,4 | 0,26 | |
| | 9 10 | | | | | | Arrosée avec 80 cc. d'eau. |
| | 10 00 | 17,8 | 17,4 | 441,4 | 1,3 | 1,30 | |
| | 7 00 m. | 16,7 | 15,6 | 453,1 | 11,7 | 1,30 | La plante n'a pas été arrosée avant le soir. |
| | 8 00 | 17,1 | 15,8 | 454,1 | 1,0 | 1,00 | |
| | 9 00 | 17,2 | 16,0 | 456,0 | 1,9 | 1,90 | |
| Juin 10 . . . | 9 30 | 17,4 | 16,1 | 456,7 | 0,7 | 1,40 | |
| | 10 00 | 17,2 | 16,0 | 457,5 | 0,8 | 1,60 | |
| | 10 30 | 17,4 | 16,0 | 458,1 | 0,6 | 1,20 | |
| | 11 00 | 17,4 | 16,0 | 458,8 | 0,7 | 1,40 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 10 . . . | 11 30 | 17°,3 | 15°,9 | 459,3 | 0,5 | 1,00 | |
| | 12 00 | 17,5 | 15,9 | 459,8 | 0,5 | 1,00 | |
| | 12 30 s. | 17,5 | 16,0 | 460,6 | 0,8 | 1,60 | |
| | 1 00 | 17,5 | 16,0 | 461,5 | 0,9 | 1,80 | |
| | 1 30 | 17,4 | 16,0 | 461.9 | 0,4 | 0,80 | |
| | 2 00 | 17,5 | 16,0 | 462,3 | 0,4 | 0,80 | |
| | 3 00 | 17,6 | 16,1 | 463,3 | 1,0 | 1,00 | |
| | 3 30 | 17,5 | 16,0 | 463,9 | 0,6 | 1,20 | |
| | 4 00 | 17,5 | 16,1 | 464,6 | 0,7 | 1,40 | |
| | 4 30 | 17,5 | 16,3 | 465,3 | 0,7 | 1,40 | |
| | 6 00 | 17,3 | 16,5 | 466,8 | 1,5 | 1,00 | |
| | 6 30 | 17,3 | 16,3 | 467,1 | 0,3 | 0,60 | |
| | 7 00 | 17,3 | 16,3 | 467,9 | 0,8 | 1,60 | |
| | 7 30 | 17,3 | 16,3 | 468.1 | 0,2 | 0,40 | |
| | 8 00 | 17,4 | 16,4 | 468,5 | 0,4 | 0,80 | |
| | 9 00 | 17,5 | 16,5 | 469,6 | 1,1 | 1,10 | |
| | 10 00 | 17,6 | 16,5 | 470,5 | 0,9 | 0,90 | |
| | 10 10 | 17,6 | 16,5 | | | | Arrosée avec 80 cc. d'eau. |
| | — | — | — | — | — | — | Abaissé le niveau dans le manomètre. |
| | 10 15 | 17,6 | 16.5 | 151,6 | | | |
| Juin 11 . . . | 6 00 m. | 16,8 | 15,9 | 161,6 | 10,0 | 1,29 | La plante n'a pas été arrosée avant le soir. |
| | 7 00 | 16,8 | 16,0 | 162,3 | 0,7 | 0,70 | |
| | 8 00 | 16,8 | 16.0 | 163,0 | 0,7 | 0,70 | |
| | 9 00 | 16,9 | 16,3 | 164,0 | 1,0 | 1,00 | |
| | 10 00 | 17,0 | 16,3 | 164,4 | 0,4 | 0,40 | |
| | 11 00 | 17,3 | 16,5 | 165,5 | 1,1 | 1,10 | |
| | 12 00 | 17,4 | 16,6 | 166,4 | 0,9 | 0,90 | |
| | 1 00 s. | 17,4 | 16,6 | 167,2 | 0,8 | 0,80 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 00 | 17,3 | 16,5 | 167,9 | | 0,7 | | 0,70 | |
| | 3 00 | 17,3 | 16,4 | 168,2 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 4 00 | 17,2 | 16.3 | 168,9 | | 0,7 | | 0,70 | |
| Juin 11 . . . | 5 00 | 17,2 | 16,3 | 169,7 | | 0,8 | | 0,80 | |
| | 7 00 | 16,9 | 16,3 | 170.7 | | 1,0 | | 0,50 | |
| | 9 30 | 16,7 | 16,1 | 172,0 | | 1,3 | | 0,52 | |
| | 9 35 | 16,7 | 15,7 | | | | | | Arrosée avec 50 cc. d'eau. |
| | 6 00 m. | 16,1 | 15,3 | 177,8 | | 5,8 | | 0,78 | |
| | 7 00 | 16.3 | 15,3 | 178,4 | | 0,6 | | 0,60 | La plante n'a pas été arrosée avant le soir. |
| | 7 45 | 16,5 | 15.4 | 178.5 | | 0,1 | | 0,13 | |
| | 8 30 | 16,5 | 15,0 | 178,9 | | 0,4 | | 0,53 | |
| | 11 30 | 16.7 | 15.3 | 181,3 | | 2,4 | | 0,80 | |
| | 12 00 | 16,7 | 14,9 | 181,6 | | 0,3 | | 0,60 | |
| | 1 00 s. | 16,7 | 14.5 | 181,8 | | 0,2 | | 0,20 | |
| Juin 12 . . . | 2 00 | 16,7 | 14.4 | 182,6 | | 0,8 | | 0,80 | |
| | 3 00 | 16.9 | 14,5 | 183,2 | | 0,6 | | 0,60 | |
| | 3 50 | 16,9 | 14.5 | 183,4 | | 0,2 | | 0,24 | |
| | 5 30 | 16,5 | 14,3 | 184,2 | | 0,8 | | 0,48 | |
| | 6 30 | 16,6 | 14.8 | 184.6 | | 0,4 | | 0,40 | |
| | 8 00 | 16,0 | 14,0 | 185,0 | | 0,4 | | 0,26 | |
| | 9 00 | 16,8 | 14,5 | 185.3 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 10 00 | 17,2 | 15,3 | 186.0 | | 0,7 | | 0,70 | Arrosée avec 80 cc. d'eau. |
| | 7 30 m. | 16.0 | 15.0 | 193,1 | | 7,1 | | 0,74 | |
| | 8 30 | 16.7 | 15,2 | 193,3 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | 9 30 | 16.5 | 15.3 | 193,9 | | 0,6 | | 0.60 | |
| | 10 30 | 16.5 | 15.2 | 194.5 | | 0,6 | | 0.60 | |
| | 11 30 | 16,7 | 15,2 | 195,3 | | 0,8 | | 0,80 | |
| Juin 13 . . . | 12 30 s. | 17,0 | 15,4 | 196,1 | | 0,8 | | 0,80 | |
| | 1 30 | 18,0 | 16.0 | 196,3 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | 2 00 | 18,7 | 16,5 | 195,9 | — | 0,4 | — | 0,80 | |
| | 2 30 | 19.1 | 16.8 | 196,6 | + | 0,7 | + | 1,40 | |
| | 3 00 | 19.5 | 17.0 | 197,3 | | 0,7 | | 1,40 | |
| | 3 30 | 20,2 | 17,5 | 196,8 | — | 0,5 | — | 1,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| Juin 13 . . . | 4 00 | 19°,8 | 17°,6 | 198,1 | + 1,3 | + 2,60 | |
| | 6 30 | 20,4 | 18,3 | 199,8 | 1,7 | 0,68 | |
| | 7 30 | 20,7 | 18,4 | 200,6 | 0,8 | 0,80 | |
| | 10 00 | 21,9 | 19,5 | 203,2 | 2,6 | 1,04 | |

Le lendemain matin il y avait eu un dégagement de bulles de gaz à la surface de section ; ce dégagement alla en augmentant.

L'examen microscopique ne révéla aucune décomposition de la tige à la surface de section ; ni ici ni dans l'eau du tube je ne trouvai de Bactéries ni d'Infusoires.

---

## 22. Cucurbita Pepo.

Plante très vigoureuse[1], cultivée dans un vase mesurant 13 centimètres en diamètre, et 12 cm. en hauteur. — La tige se divise en deux branches à 42 mm. du sol ; ces branches restent très courtes et portent une épaisse touffe de feuilles, ainsi que des fleurs près de s'épanouir. Diamètre de la tige mère : 7 mm. — Il y a neuf feuilles dont le limbe mesure en moyenne 90 mm. sur 70 mm., le pétiole de 110 à 130 mm. en longueur ; pour cinq feuilles ces dimensions se réduisent à 45 mm. sur 40 mm., et à 70 mm. pour les pétioles ; une douzaine de feuilles sont sensiblement plus petites. Deux des plus grandes feuilles sont un peu jaunies, les autres sont en parfait état. — Volume des racines complètement desséchées : 5000 mm. cubes.

La décapitation a lieu à 20 mm. du sol.

Digitized by Google

Au début de l'expérience, cette plante a été adaptée au manomètre à niveau variable : pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier l'accroissement en hauteur par 12,6. — Le troisième jour, à la suite d'un accident arrivé au manomètre, il a été remplacé par un simple tube vertical ; ici, multiplier par 5,8.

Les hauteurs indiquées par le manomètre sont corrigées (pour l'expansion de l'eau) à 0°.

[1] Cultivée au Jardin botanique de la ville de Genève.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 25 s. | | | | | | Arrosée. |
| | 2 30 | | | | | | Décapitation. |
| | 3 05 | 19,0 | 19,0 | 0,0 | | | |
| | 3 20 | 19,0 | 19,0 | 11,8 | 11,8 | 47,20 | |
| | 3 30 | 19,1 | 19,0 | 22,0 | 10,2 | 61,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | Interruption pour obtenir une meilleure disposition de l'appareil. |
| | 4 25 | 19,1 | 18,8 | 0,5 | | | |
| | 4 30 | 19,1 | 18,8 | 3,5 | 3.0 | 36,00 | |
| | 4 50 | 19,1 | 18,6 | 15,5 | 12.0 | 36,00 | |
| | 5 00 | 19,1 | 18,6 | 21,5 | 6,0 | 36.00 | |
| | 5 15 | 19,1 | 18,6 | 29,8 | 8,3 | 33,20 | |
| Mai 29 . . . . | 5 30 | 19,2 | 18,6 | 38.5 | 8,7 | 34.80 | |
| | 5 45 | 19,2 | 18.6 | 47,0 | 8,5 | 34,00 | |
| | 6 00 | 19,2 | 18.6 | 54,6 | 7,6 | 30,40 | |
| | 6 30 | 19,4 | 18.6 | 71,5 | 16,9 | 33.80 | |
| | 7 00 | 19,5 | 18,7 | 84,0 | 12,5 | 25,00 | |
| | 7 15 | 19,6 | 18,7 | 91,0 | 7,0 | 28,00 | |
| | 7 30 | 19,6 | 18,8 | 97,0 | 6,0 | 24,00 | |
| | 8 00 | 19,6 | 19,0 | 110,0 | 13,0 | 26.00 | |
| | 8 30 | 19,7 | 19,2 | 121,0 | 11,0 | 22,00 | |
| | 9 00 | 19,7 | 19.4 | 132,5 | 11,5 | 23,00 | |
| | 9 30 | 19,6 | 19.5 | 143,5 | 11.0 | 22,00 | |
| | 12 15 m. | 18,8 | 19,0 | 190,8 | 47,3 | 17.20 | |
| Mai 30 . . . . | 6 15 | 18,5 | 18,2 | 257,3 | 66,5 | 11,08 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| | 7 15 | 18°.7 | 18°,3 | 267.6 | 10,3 | 10.30 | |
| | 7 30 | 18.7 | 18.4 | 269,8 | 2,2 | 8,80 | |
| | 8 00 | 18,8 | 18.4 | 275,6 | 5,8 | 11,60 | |
| | 8 15 | 18.9 | 18,5 | 277,8 | 2,2 | 8,80 | |
| | 8 30 | 19,3 | 18,6 | 280.5 | 2,7 | 10,80 | |
| | 9 00 | 19,2 | 18,6 | 286,3 | 5,8 | 11,60 | |
| | 9 05 | | | | | | Arrosée. |
| | 10 15 | 19,2 | 18,8 | 301,5 | 15,2 | 12.16 | |
| | 10 30 | 19,2 | 18,8 | 305,0 | 3.5 | 14,00 | |
| | 10 50 | 19,5 | 18,9 | 308,6 | 3,6 | 10,80 | |
| | 12 30 s. | 19,2 | 18,8 | 330,0 | 21,4 | 12,29 | |
| | 1 30 | 19,5 | 18,8 | 340,0 | 10,0 | 10,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Abaissé le niveau. |
| Mai 30 . . . . | 1 45 | | | — 60.7 | | | |
| | 2 00 | 19.5 | 18,9 | — 56,4 | 4,3 | 17,20 | |
| | 2 15 | 19,5 | 19,0 | — 52,7 | 3,7 | 14,80 | |
| | 4 15 | 19,6 | 19.0 | — 29,2 | 23,5 | 11,75 | |
| | 4 30 | 19,7 | 19,0 | — 26,2 | 3.0 | 12,00 | |
| | 5 30 | 19.8 | 19,1 | — 15,7 | 10,5 | 10.50 | |
| | 6 00 | 19,8 | 19.1 | — 11,0 | 4,7 | 9,40 | |
| | 6 15 | 19,8 | 19.1 | — 8,7 | 2,3 | 9,20 | |
| | 7 30 | 19,8 | 19,1 | + 1,4 | 10,1 | 8.08 | |
| | 8 00 | 19,8 | 19,1 | 5,3 | 3,9 | 7,80 | |
| | 8 15 | 19.8 | 19,1 | 7,3 | 2,0 | 8,00 | |
| | 8 30 | 20.0 | 19,1 | 9,3 | 2,0 | 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Le manomètre est remplacé par un tube vertical. |
| | 10 00 | 20,2 | 19.6 | 66,4 | | | |
| Mai 31 . . . . | 12 15 m. | 19.4 | 18,8 | 84,0 | 17.6 | 7,82 | |

Digitized by Google

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 00 | 19.1 | 18,3 | 117,9 | 33,9 | 5,89 |
| | 6 55 | | | | | Arrosée. |
| | 7 00 | 19,3 | 18,4 | 123,1 | 5,2 | 5,20 |
| | 7 15 | 19,3 | 18,6 | 124,3 | 1,2 | 4,80 |
| | 8 30 | 19,4 | 18,6 | 134.3 | 10,0 | 8,00 |
| | 9 00 | 19,5 | 18,6 | 136,8 | 2,5 | 5.00 |
| | 10 00 | 19.5 | 18,9 | 146,1 | 9,3 | 9,30 |
| | 11 30 | 19,9 | 19,1 | 159,4 | 13,3 | 8,86 |
| | 12 00 | 19,9 | 19.1 | 163,7 | 4.3 | 8.60 |
| Mai 31 . . . . | 1 45 s. | 19,9 | 19,2 | 176,0 | 12,3 | 7.02 |
| | 2 30 | 20,1 | 19,2 | 181,5 | 5,5 | 7,33 |
| | 3 00 | 20,0 | 19,2 | 185,1 | 3,6 | 7,20 |
| | 4 00 | 19,9 | 19,1 | 191.5 | 6,4 | 6,40 |
| | 5 00 | 19,9 | 19,0 | 202,0 | 10,5 | 10.50 |
| | 6 00 | 19,9 | 19.0 | 207,7 | 5.7 | 5,70 |
| | 6 30 | 20,1 | 19,0 | 209,4 | 1.7 | 3,40 |
| | 7 0[illegible] | 19,9 | 18,9 | 210.9 | 1,5 | 3,00 |
| | 8 00 | 19,6 | 18,5 | 214,3 | 3,4 | 3,40 |
| | 10 30 | 18,3 | 17,1 | 219,5 | 5.2 | 2,08 |
| | 6 00 m. | 19,0 | 17.9 | 226,7 | 7,2 | 0,96 |
| | 6 30 | 18,8 | 17,6 | 227.0 | 0,3 | 0,60 |
| | 7 00 | 18,5 | 17,6 | 227,2 | 0,2 | 0,40 La plante n'a pas été arrosée jusqu'au soir. |
| | 7 30 | 18,6 | 17,6 | 227,9 | 0.7 | 1,40 |
| | 8 00 | 19,0 | 17,6 | 227,9 | 0.0 | 0,00 |
| | 8 30 | 19,2 | 17,7 | 228,3 | 0.4 | 0.80 |
| | 9 00 | 19.3 | 17.9 | 228.8 | 0.5 | 1,00 |
| Juin 1 . . . . | 9 30 | 19,3 | 18,1 | 229,2 | 0,4 | 0.80 |
| | 10 00 | 19,5 | 18.2 | 229.5 | 0,3 | 0,60 |
| | 10 30 | 19,5 | 18,3 | 229,8 | 0.3 | 0,60 |
| | 11 00 | 19,5 | 18,4 | 230,8 | 1.0 | 2,00 |
| | 11 30 | 19,5 | 18,5 | 231.7 | 0,9 | 1.80 |
| | 12 00 | 19,5 | 18,6 | 232,3 | 0,6 | 1,20 |
| | 1 00 s. | 19.5 | 18.6 | 232,9 | 0,6 | 0,60 |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 30 | 19°,6 | 18°,6 | 233,8 | 0,9 | 1,80 | |
| | 2 00 | 19,7 | 18,7 | 235,0 | 1,2 | 2.40 | |
| | 2 30 | 19,8 | 18,8 | 235,3 | 0,3 | 0,60 | |
| | 3 00 | 19,8 | 18,9 | 236,3 | 1,0 | 2,00 | |
| | 6 00 | 20,0 | 18,6 | 241,0 | 4,7 | 1,57 | |
| Juin 1 . . . . | 7 00 | 19,7 | 18,6 | 242,0 | 1,0 | 1,00 | |
| | 7 05 | | | | | | Arrosée avec beaucoup d'eau. |
| | 7 45 | 19,7 | 18.7 | 246,4 | 4,4 | 5.86 | |
| | 8 00 | 19.4 | 18,6 | 247,7 | 1,3 | 5,20 | |
| | 8 30 | 19,5 | 18.6 | 250,4 | 2,7 | 5,40 | |
| | 9 00 | 19,5 | 18.5 | 253,5 | 3,1 | 6,20 | |
| | 10 00 | 19,5 | 18,4 | 258,0 | 4,5 | 4,50 | |
| | 7 00 m. | 19,4 | 18.4 | 301,7 | 43,7 | 4,85 | |
| | 8 00 | 19,4 | 18.4 | 304,3 | 2,6 | 2,60 | |
| | 8 30 | 19,4 | 18,4 | 306.3 | 2.0 | 4,00 | |
| | 9 00 | 19,4 | 18,1 | 307,9 | 1,6 | 3,20 | |
| | 9 30 | 19,6 | 18,1 | 309,3 | 1,4 | 2,80 | |
| | 10 00 | 19,6 | 18,3 | 310,9 | 1.6 | 3,20 | |
| | 10 45 | 19,7 | 18,4 | 313,2 | 2,3 | 3,06 | |
| | 11 00 | 19,7 | 18,5 | 314,0 | 0,8 | 3.20 | |
| Juin 2 . . . . | 11 30 | 19,7 | 18,5 | 315.4 | 1,4 | 2.80 | |
| | 12 00 | 19,8 | 18,6 | 317,0 | 1,6 | 3,20 | |
| | 12 30 s. | 19,8 | 18.7 | 318,5 | 1,5 | 3,00 | |
| | 1 00 | 19,7 | 18,7 | 319,4 | 0,9 | 1,80 | |
| | 1 30 | 19,8 | 18,7 | 320,7 | 1,3 | 2,60 | |
| | 2 00 | 19,9 | 18,9 | 322,3 | 1,6 | 3,20 | |
| | 2 05 | | | | | | Arrosée très fort. |
| | 2 30 | 20,0 | 19,1 | 326,9 | 4,6 | 9.20 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 00 | 20,0 | 19,1 | 330,4 | 3,5 | 7,00 | |
| | 3 30 | 20,1 | 19,1 | 333,8 | 3,4 | 6,80 | |
| | 4 00 | 20,0 | 19,1 | 339,4 | 5,6 | 11,20 | |
| | 4 30 | 20,1 | 19,1 | 343,8 | 4,4 | 8,80 | |
| | 5 00 | 20,0 | 19,1 | 347,8 | 4.0 | 8,00 | |
| | — | — | | — | — | — | Le niveau a été abaissé. |
| Juin 2 . . . . | 5 10 | | | 177,2 | | | |
| | 5 30 | 20,0 | 19,2 | 182,6 | 5,4 | 16,20 | |
| | 6 00 | 20,1 | 19,2 | 187,0 | 4,4 | 8,80 | |
| | 6 30 | 20,1 | 19,2 | 192,6 | 5,6 | 11,20 | |
| | 7 00 | 20,0 | 19,2 | 196,9 | 4,3 | 8,60 | |
| | 7 30 | 19,9 | 19,2 | 201,6 | 4,7 | 9,40 | |
| | 10 00 | 19.9 | 19,3 | 222,3 | 20,7 | 8,28 | |
| | 1 00 m. | 19,7 | 19,1 | 242,7 | 20,4 | 6,80 | |
| | 4 00 | 19,6 | 19,1 | 262,0 | 19,3 | 6,43 | |
| | 4 30 | 19,7 | 19,1 | 264,4 | 2,4 | 4,80 | |
| | 6 00 | 19,5 | 18,9 | 273,5 | 9,1 | 6,06 | La plante n'a pas été arrosée jusqu'au soir. |
| | 7 00 | 19,6 | 19,0 | 278,9 | 5,4 | 5,40 | |
| | 7 30 | 19,6 | 19,1 | 281,3 | 2,4 | 4,80 | |
| | 8 00 | 19,7 | 19,1 | 283,7 | 2,4 | 4,80 | |
| | 8 30 | 19,7 | 18,9 | 287,1 | 3,4 | 6,80 | |
| | 9 00 | 19,8 | 18,9 | 289,7 | 2,6 | 5,20 | |
| | 9 30 | 20,0 | 19,0 | 293,2 | 3,5 | 7,00 | |
| Juin 3 . . . . | 10 00 | 20,3 | 18,9 | 296,1 | 2,9 | 5,80 | |
| | 10 30 | 20,1 | 19,1 | 298,9 | 2,8 | 5,60 | |
| | 11 00 | 20,0 | 19,1 | 302,0 | 3,1 | 6,20 | |
| | 11 30 | 20,0 | 19,1 | 304,7 | 2,7 | 5,40 | |
| | 12 00 | 20,1 | 19,1 | 307,4 | 2,7 | 5,40 | |
| | 12 30 s. | 20,0 | 19,1 | 310,2 | 2,8 | 5,60 | |
| | 1 00 | 20,0 | 19,1 | 313,1 | 2.9 | 5,80 | |
| | 1 30 | 20,0 | 19,2 | 315,9 | 2,8 | 5,60 | |
| | 2 00 | 20,2 | 19,3 | 318,9 | 3,0 | 6,00 | |
| | 2 30 | 20,2 | 19,4 | 320,7 | 1,8 | 3,60 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 00 | 20°,3 | 19°,5 | 323,6 | 2,9 | 5,80 | |
| | 3 30 | 20,4 | 19,5 | 326,3 | 2,7 | 5,40 | |
| | 4 00 | 20,5 | 19,5 | 328,9 | 2,6 | 5,20 | |
| | 6 30 | 20,6 | 19,8 | 341,3 | 12,4 | 4,96 | |
| | 7 30 | 20,4 | 19,9 | 345,1 | 3,8 | 3,80 | |
| Juin 3 . . . . | 8 00 | 20,5 | 19,8 | 348,7 | 3,6 | 7,20 | |
| | 8 30 | 20,5 | 19,8 | 351,0 | 2,3 | 4,60 | Arrosage à 8 h. 45 s. |
| | 9 00 | 20,5 | 20,0 | 353,0 | 2,0 | 4,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Le niveau a été abaissé. |
| | 9 50 | 20,8 | 20,2 | 273,8 | | | |
| | 10 00 | 21,0 | 20,3 | 275,0 | 1,2 | 7,20 | |
| Juin 4 . . . . | 5 30 m. | 20,4 | 19,8 | 300,7 | 25,7 | 3,42 | |

Dans la matinée, des bulles de gaz commencent à se dégager; quelques heures après avoir pratiqué une nouvelle section, elles recommencent. L'examen microscopique révèle de nombreuses Bactéries et de très petits Infusoires sur la surface de section et dans l'eau du tube.

---

### 23. Aralia spec.

Plante cultivée dans un vase mesurant 11 centimètres sur 13 centimètres. — La tige mesure 20 cm. jusqu'à la dernière feuille; diamètre variable entre 9 et 13 mm. — Trois feuilles ont des pétioles longs de 150 mm. et des limbes mesurant 120 mm. sur 190 mm.; deux feuilles mesurent

Digitized by Google

80 mm. sur 100. mm. : une sixième mesure 20 mm. sur 20 mm.—Volume des racines complètement desséchées : 17 000 mm. cubes.

La décapitation a lieu à 22 mm. de la surface de la terre dans le vase.

Un tube vertical est adapté sur la surface de section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier par 4,5 les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 24 . . . | 8 45 s. | 18,6 | 16,5 | | | | | Décapitation. |
| | 9 15 | 18,4 | 16.5 | 114,5 | | | | |
| | 6 00 m. | 16,4 | 15,1 | 141,9 | | 27,4 | | 3,13 |
| | 7 00 | 17,8 | 15,6 | 155.6 | | 13,7 | | 13,70 |
| | 8 00 | 18,4 | 16,5 | 172,6 | | 17,0 | | 17,00 |
| | 8 45 | | | | | | | Arrosage. |
| | 10 00 | 18,9 | 18,1 | 214,0 | | 41,4 | | 20,70 |
| | 11 00 | 19,0 | 18,1 | 231,4 | | 17,4 | | 17,40 |
| | 12 00 | 18,6 | 17,6 | 248,0 | | 16,6 | | 16,60 |
| Avril 25 . . . | 1 00 s. | 18,8 | 17,5 | 257,3 | | 9,3 | | 9,30 |
| | 2 00 | 18,4 | 17,4 | 265,0 | | 7,7 | | 7,70 |
| | 3 00 | 18,2 | 17,0 | 268,6 | | 3,6 | | 3,60 |
| | 4 00 | 18,0 | 16,6 | 271.6 | | 3,0 | | 3,00 |
| | 6 30 | 18,6 | 16,6 | 276,0 | | 4,4 | | 1,76 |
| | 7 30 | 18,0 | 16,5 | 277,7 | | 1,7 | | 1,70 |
| | 8 30 | 18,1 | 16,5 | 279,4 | | 1,7 | | 1,70 |
| | 12 00 | 17,4 | 16,1 | 284,0 | | 4,6 | | 1,31 |
| | 8 00 m. | 17,5 | 16,1 | 318,0 | | 34,0 | | 4,25 |
| | 9 00 | | | | | | | Arrosage. |
| | 11 00 | 18,0 | 17,6 | 336,8 | | 18,8 | | 6,27 |
| Avril 26 . . . | 12 00 | 16,7 | 16,9 | 339,0 | | 2,2 | | 2,20 |
| | 2 45 s. | 18,2 | 17,6 | 340,1 | | 1,1 | | 0,40 |
| | 6 00 | 17,6 | 17,1 | 338,0 | — | 2,1 | — | 0,65 |
| | 10 00 | 17,2 | 16.2 | 336,0 | — | 2,0 | — | 0,50 |
| Avril 27. . . | 10 00 m. | 16,4 | 15,4 | 351,5 | + | 15,5 | + | 1,29 |
| | 10 25 | | | | | | | Arrosage. |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 27 . . . | 4 00 s. | 17°,5 | 16°,1 | 368,0 | 16,5 | 2,75 | |
| | 7 00 | 17,6 | 16,1 | 369,2 | 1,2 | 0,40 | |
| | 10 00 | 17,5 | 16,1 | 351,2 | — 18,0 | — 6,00 | |
| Avril 28 . . . | 5 30 s. | 15,6 | 13,2 | 370,2 | + 19,0 | + 0,97 | |
| | 7 30 | 17,2 | 14,1 | 373,5 | 3,3 | 1,65 | |
| | 9 30 | 17,7 | 15.1 | 375,7 | 2.2 | 1,10 | |
| Avril 29 . . . | 7 30 m. | 17,6 | 15,5 | 395,5 | 19,8 | 1,98 | |
| | 8 30 | 18.6 | 15,5 | 397,0 | 1,5 | 1,50 | Arrosage à 8 h. 45 m. |
| | 10 00 | 18.2 | 16,1 | 401,9 | 4,9 | 3,26 | |
| | 11 00 | 18,2 | 16.2 | 404,2 | 2,3 | 2,30 | |
| | 12 00 | 18.2 | 15,9 | 407,4 | 3,2 | 3,20 | |
| | 9 30 s. | 18,5 | 15,3 | 427,0 | 19,6 | 2,06 | |
| | — | — | — | — | — | — | Réduit le niveau. |
| | 10 45 | 18,5 | 15,3 | 213,2 | | | |
| Avril 30 . . . | 9 00 m. | 16,4 | 14,8 | 248,8 | 35,6 | 3,47 | |
| | 10 00 | 17,5 | 15,1 | 253,7 | 4,9 | 4,90 | Arrosage. |
| | 10 00 s. | 18,0 | 16,1 | 300,0 | 46,3 | 3,85 | |
| Mai 1 . . . . | 8 30 m. | 17,1 | 14,8 | 351,0 | 51,0 | 4,85 | |
| | 9 30 s. | 17,0 | 14,6 | 390,0 | 39,0 | 3,00 | |
| | 9 30 m. | 17,9 | 15,4 | 415,4 | 25,4 | 2.11 | Arrosage à 9 h. 45 m. |
| | 2 30 s. | 18,2 | 16,6 | 427,0 | 11,6 | 2,32 | |
| Mai 2 . . . . | 5 30 | 17,8 | 15,8 | 428,2 | 1,2 | 0,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | Niveau abaissé. |
| | 8 10 | 17,6 | 15,6 | 101,5 | | | |
| | 9 40 | 17,4 | 15,4 | 110,2 | 8,7 | 5,80 | |
| Mai 3 . . . . | 9 00 m. | 18,8 | 16,6 | 147,0 | 36,8 | 3,24 | |
| | 9 15 | | | | | | Arrosage. |
| | 10 00 | 18,7 | 16,6 | 151,3 | 4,3 | 4,30 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 00 | 19,2 | 16,9 | 161,8 | 10,5 | 5,25 | |
| | 2 30 s. | 19,4 | 16,8 | 172,0 | 10,2 | 4,08 | |
| | 4 00 | 19,2 | 16,9 | 177,8 | 5,8 | 3,86 | |
| Mai 3 . . . . | 6 00 | 19,2 | 16,9 | 184,6 | 6,8 | 3,40 | |
| | 6 30 | 19.5 | 16,9 | 186,9 | 2,3 | 4,60 | Orage. |
| | 7 45 | 18,9 | 16,8 | 189,7 | 2,8 | 2,24 | |
| | 9 00 | 19,5 | 17,4 | 194,0 | 4,3 | 3.44 | |
| | 8 00 m. | 18,2 | 16,4 | 225,4 | 31,4 | 2.85 | |
| | 9 00 | 18,5 | 16,6 | 228,2 | 2,8 | 2,80 | Arrosage tout de suite après l'observation. |
| | 10 00 | 18,4 | 16,6 | 232,6 | 4,4 | 4,40 | |
| | 11 00 | 18,4 | 16,9 | 237,0 | 4,4 | 4,40 | |
| | 12 00 | 18,6 | 16,7 | 241,4 | 4,4 | 4,40 | |
| | 1 00 s. | 18,6 | 17,1 | 245,5 | 4,1 | 4.10 | |
| Mai 4 . . . . | 2 00 | 18,6 | 17,1 | 249,3 | 3,8 | 3,80 | |
| | 3 00 | 18,6 | 17,1 | 252,5 | 3,2 | 3,20 | |
| | 4 00 | 18,6 | 16,9 | 256,2 | 3,7 | 3,70 | |
| | 5 00 | 18,4 | 16,9 | 258,3 | 2,1 | 2,10 | |
| | 6 40 | 18,4 | 16,6 | 262,0 | 3,7 | 2,23 | |
| | 7 30 | 18,0 | 16,2 | 263,8 | 1,8 | 2,16 | |
| | 8 30 | 18,6 | 16,1 | 266,0 | 2,2 | 2,20 | |
| | 10 30 | 18,4 | 16,6 | 269,0 | 3,0 | 1,50 | |
| | 6 15 m. | 18,2 | 15,4 | 281,4 | 12,4 | 1,60 | |
| | 9 00 | 18,2 | 16,3 | 286,9 | 5,5 | 2,00 | Pas d'arrosage le matin. |
| | 10 00 | 18,6 | 16,4 | 289,3 | 2,4 | 2,40 | |
| | 11 00 | 18,9 | 16,2 | 291,4 | 2,1 | 2.10 | |
| | 12 20 s. | 18,6 | 16,1 | 294,0 | 2,6 | 1,95 | |
| Mai 5 . . . . | 3 40 | 18,2 | 15,6 | 298,2 | 4,2 | 1,26 | |
| | 3 45 | 18,2 | | | | | Arrosage. |
| | 5 10 | 18.2 | 15,6 | 300,3 | 2,1 | 1,40 | |
| | 5 50 | 17,8 | 15,4 | 301,5 | 1,2 | 1,80 | |
| | 7 50 | 18,0 | 15,5 | 303,3 | 1,8 | 0,90 | |
| | 9 50 | 17,9 | 16,0 | 306,0 | 2,7 | 1,35 | |
| Mai 6 . . . . | 6 30 m. | 17,6 | 15,6 | 313,2 | 7,2 | 0,83 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 30 | 17°,6 | 15°,6 | 314,2 | 1,0 | 1,00 | Pas d'arrosage le matin. |
| | 8 30 | 17,8 | 15,7 | 315,5 | 1,3 | 1,30 | |
| | 9 30 | 17,7 | 16,0 | 316,5 | 1,0 | 1,00 | |
| | 10 30 | 17,7 | 16,4 | 317,7 | 1,2 | 1,20 | |
| | 11 30 | 18,4 | 16,8 | 319,0 | 1,3 | 1,30 | |
| Mai 6 . . . . | 12 30 s. | 18,7 | 17,0 | 320,7 | 1,7 | 1,70 | |
| | 2 00 | 18,6 | 17,1 | 321,8 | 1,1 | 0,73 | |
| | 3 00 | 18,8 | 17,3 | 322.5 | 0,7 | 0,70 | |
| | 5 25 | 18,7 | 17,3 | 323,5 | 1,0 | 0,41 | |
| | 6 00 | 18,6 | 17,2 | 323,6 | 0,1 | 0,13 | |
| | 8 00 | 18,6 | 17,1 | 323,7 | 0,1 | 0,05 | |

Ici le tube a été brisé, ce qui a interrompu l'expérience. — L'analyse microscopique montre la surface de section un peu altérée dans la partie centrale ; les extrémités des racines, par contre, sont normales et vivantes.

---

### 24. Aralia spec.

Plante vigoureuse, cultivée dans un vase mesurant 13 cent., sur une largeur maximum de 15 centimètres. — La tige mesure 60 centimètres. — Volume des racines : 20000 mm. cubes.

La décapitation a lieu à 40 mm. de la surface du sol.

La plante est adaptée au manomètre. La pression est donnée par une colonne de mercure. Dans cette expérience on a eu uniquement en vue la détermination de la pression maximum exercée par

Digitized by Google

la sève ascendante à une série de moments donnés. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier par 20,0 les chiffres indiquant l'accroissement en hauteur.

La pression Hg est calculée en pression $H_2O$. Tous les chiffres sont corrigés à 0°.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 30 m. | 16,4 | 15,0 | | | | | | Décapitation. |
| | 11 00 | 16,8 | 15,1 | 0,0 | | | | | |
| | 11 15 | 16,9 | 15,1 | 9.5 | | 9,5 | | 38,00 | |
| | 12 15 s. | 17,1 | 15,2 | 20,4 | | 10,9 | | 10,90 | |
| | 1 15 | 17,1 | 15,3 | 43.5 | | 23,1 | | 23,10 | |
| | 2 15 | 16,8 | 15,1 | 59,8 | | 16,3 | | 16,30 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 2 30 | 16,9 | 15,2 | 327,8 | | | | | |
| | 3 00 | 16,9 | 15,2 | 314,2 | — | 13,6 | — | 27,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Je relève le niveau lentement. |
| | 3 05 | 17,0 | 15,2 | 363,1 | | | | | |
| | 3 15 | 17,0 | 15,3 | 363,1 | | 0,0 | | 0,00 | |
| Janvier 12. | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 18 | 17,0 | 15,3 | 146,3 | | | | | |
| | 3 33 | 17,0 | 15,3 | 159,1 | + | 12,8 | + | 51,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 3 38 | 17,0 | 15.3 | 954.7 | | | | | |
| | 3 48 | 16,7 | 15,2 | 913,9 | — | 40,8 | — | 244,80 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'ai laissé continuer le mouvement de baisse, et ensuite j'ai relevé lentement le niveau. |
| | 4 12 | 16,6 | 15,1 | 44,9 | | | | | |
| | 4 42 | 16,5 | 15,0 | 107,4 | + | 62,5 | + | 125,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Le Hg continue à monter. Je relève le niveau. |
| | 6 15 | 16,0 | 14,8 | 1111,1 | | | | | |
| | 8 15 | 15,8 | 14,2 | 1102,9 | — | 8,2 | — | 4,10 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 30 | 16,0 | 14,3 | 13,6 | | | | | |
| Janvier 13. | 9 30 m. | 16,2 | 14.5 | 311.4 | + | 297,8 | + | 22,90 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Je relève le niveau. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 10 10 | 16,8 | 14,9 | 961,5 | | | |
| | 10 40 | 17,0 | 15,0 | 932,9 | — 28,6 | — 57,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 45 | 17,1 | 15,0 | 637,1 | | | |
| | 10 55 | 17,0 | 15,0 | — | | | J'arrose abondamment. |
| | 11 15 | 16,9 | 15,0 | 652,8 | + 15,7 | + 31,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| Janvier 13. | 11 17 | 16,9 | 15,0 | 779,3 | | | |
| | 11 32 | 17,0 | 15,0 | 782,0 | 2,7 | 10,80 | |
| | 11 42 | 17,1 | 15,0 | 782,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 11 45 | 17,1 | 15,1 | 843,2 | | | |
| | 12 00 | 17,3 | 15,3 | 844,5 | + 1,3 | + 5,20 | |
| | 12 45 s. | 17,1 | 15,2 | 841,9 | — 2,6 | — 3,40 | |
| | 2 15 | 16,9 | 14,9 | 851,4 | + 9,5 | + 6,33 | |
| | 2 45 | 16,9 | 14,9 | 851,4 | 0,0 | 0,00 | |

## 25. Senecio mikanioides.

Plante cultivée dans un vase mesurant 7,5 sur 8,0 centimètres, dans une terre très légère et sableuse. — La tige se recourbe à la hauteur de 20 mm. au-dessus de la terre et s'étend horizontalement sur une longueur d'environ 300 mm., en poussant de nombreuses ramifications ; le diamètre de la tige, dans ses 20 mm. inférieurs est de 7 sur 6 mm. ; après s'être recourbée, la tige est un peu

Digitized by Google

moins forte (environ 6,5 sur 5,9 mm.), mais conserve ces dimensions dans toutes ses ramifications. — Les feuilles sont excessivement nombreuses ; les dimensions des limbes varient entre 15 sur 20., et 65 sur 90 mm. Dans l'angle de presque chaque grande feuille, il se forme une jeune pousse. Toutes les parties de la plante, les plus âgées comme les jeunes, sont très succulentes. — Le système des racines est exubérant ; il atteint une longueur maximum d'environ 700 mm. ; à l'état frais son volume est d'environ 2500 mm. cubes, à l'état de dessication, de 600 mm. cubes.

La décapitation a lieu à 17 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Un tube vertical est adapté sur le moignon. Pour trouver la quantité de sève en millimètres cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement de la colonne en hauteur par 4,5.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 18 . . . | 10 00 s. | | | | | | Décapitation. |
| | 10 15 | 18,3 | | 61,1 | | | |
| | 2 30 m. | 17,2 | 14,1 | 90,5 | 29,4 | 6,92 | |
| | 6 30 | 17,0 | 13,6 | 116,6 | 26,1 | 6,52 | |
| | 7 30 | 17,0 | 14,6 | 123,5 | 6,9 | 6,90 | |
| | 8 00 | 17,4 | 15,2 | 127,4 | 3,9 | 7,80 | |
| | 9 00 | 18,0 | 15,8 | 135,0 | 7,6 | 7,60 | |
| | 10 00 | 18,0 | 16,1 | 148,0 | 13,0 | 13,00 | |
| | 11 15 | 17,8 | 15,6 | 172,0 | 24,0 | 19,20 | |
| | 11 30 | 17,8 | 15,6 | 178,4 | 6,4 | 25,60 | |
| | 11 40 | 17,8 | 15,5 | 181,4 | 3,0 | 18,07 | |
| Avril 19 . . . | 11 45 | 17,8 | 15,4 | 182,6 | 1,2 | 14,40 | |
| | 11 50 | 17,7 | 15,3 | 183,7 | 1,1 | 13,20 | |
| | 11 55 | 17,8 | 15,3 | 185,4 | 1,7 | 20,40 | |
| | 12 00 | 18,0 | 15,2 | 187,0 | 1,6 | 19,20 | |
| | 12 05 s. | 18,0 | 15,1 | 188,5 | 1,5 | 18,00 | |
| | 12 10 | 18,0 | 15,1 | 189,7 | 1,2 | 14,40 | |
| | 12 15 | 17,9 | 15,1 | 191,3 | 1,6 | 19,20 | |
| | 12 25 | 17,8 | 15,1 | 194,0 | 2,7 | 16,20 | |
| | 12 35 | 17,7 | 15,1 | 197,2 | 3,2 | 19,20 | |
| | 12 45 | 17,7 | 15,0 | 200,2 | 3,0 | 18,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 00 | 17°,7 | 14°,9 | 205,1 | 4,9 | 19,60 | |
| | 1 15 | 17,6 | 14,8 | 209,2 | 4,1 | 16,40 | |
| | 3 15 | | | | | | Arrosage. |
| | 3 30 | 17,3 | 14,1 | 236,0 | 26,8 | 11,91 | |
| | 4 00 | 17,4 | 13,5 | 246,0 | 10,0 | 20,00 | |
| | 4 15 | 18,0 | 13,6 | 249,5 | 3,5 | 14,00 | |
| | 4 30 | 18,0 | 13,9 | 254,1 | 4,6 | 18,40 | |
| | 4 55 | 17,9 | 14,2 | 260,5 | 6,4 | 15,38 | |
| Avril 19 . . . | 6 10 | 17,5 | 14,5 | 276,0 | 15,5 | 12,40 | |
| | 6 30 | 17,5 | 14,5 | 278,8 | 2,8 | 8,40 | |
| | 6 45 | 17,4 | 14,5 | 280,0 | 1,2 | 4,80 | |
| | 7 00 | 17,4 | 14,5 | 283,7 | 3,7 | 14,80 | |
| | 7 15 | 17,2 | 14,5 | 285,5 | 1,3 | 5,20 | |
| | 7 30 | 17,5 | 14,5 | 285,9 | 0,9 | 3,60 | |
| | 8 00 | 17,6 | 14,5 | 288,3 | 2,4 | 4,80 | |
| | 8 30 | 17,6 | 14,5 | 290,1 | 1,8 | 3,60 | |
| | 9 00 | 17,8 | 14,5 | 292,6 | 2,5 | 5,00 | |
| | 10 00 | 17,7 | 14,9 | 297,4 | 4,8 | 4,80 | |
| | 3 00m. | 17,0 | 14,0 | 321,6 | 24,2 | 4,84 | |
| | 6 15 | 17,3 | 14,1 | 339,0 | 17,4 | 5,35 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 30 | | | 69,2 | | | |
| Avril 20. . . | 7 30 | 17,7 | 15,0 | 80,2 | 11,0 | 11,00 | |
| | 8 00 | 17,9 | 15,3 | 85,5 | 5,3 | 10,60 | |
| | 9 00 | 18,6 | 16,2 | 97,7 | 12,2 | 12,20 | |
| | 9 15 | | | | | | Arrosage. |
| | 10 00 | 19,0 | 19,0 | 135,0 | 37,3 | 37,30 | Le soleil donne sur le vase. |
| | 10 30 | 19,2 | 19,1 | 155,6 | 20,6 | 41,20 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 20 . . . | 11 00 | 19,5 | 17,8 | 175,8 | 20,2 | 40,40 | |
| | 11 30 | 19,7 | 17,1 | 195,8 | 20,0 | 40,00 | |
| | 12 00 | 19,8 | 16,9 | 215,8 | 20,0 | 40,00 | |
| | 12 30 s. | 19,6 | 16,6 | 234,0 | 18,2 | 36,40 | |
| | 1 00 | 19,4 | 16,1 | 253,1 | 19,1 | 38,20 | |
| | 1 30 | 19,6 | 16,1 | 270,0 | 16,9 | 33,80 | |
| | 2 00 | 19,5 | 16,1 | 284,0 | 14,0 | 28,00 | |
| | 3 15 | 19,4 | 15,9 | 313,3 | 29,3 | 23,44 | |
| | 3 35 | 19,3 | 16,0 | 319,0 | 5,7 | 17,10 | |
| | 4 00 | 19,2 | 15,6 | 327,6 | 8,6 | 20,67 | |
| | 4 45 | 19,1 | 15,5 | 339,0 | 11,4 | 15,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 50 | | | 278,7 | | | |
| | 7 00 | 18,4 | 15,7 | 308,8 | 30,1 | 13,89 | |
| | 8 00 | 18,2 | 15,6 | 319,0 | 10,2 | 10,20 | |
| | 9 00 | 18,9 | 16,1 | 330,8 | 11,8 | 11,80 | |
| | 10 00 | 18,7 | 17,0 | 339,0 | 8,2 | 8,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 20 | 18,7 | 17,0 | 65,5 | | | |
| | 11 00 | 18,7 | 17,0 | 76,0 | 10,5 | 15,75 | |
| Avril 21 . . . | 8 00 m. | 18,0 | 16,3 | 147,2 | 71,2 | 7,91 | |
| | 9 00 | 19,0 | 17,6 | 160,3 | 13,1 | 13,10 | |
| | 10 00 | 19,2 | 19,7 | 178,3 | 18,0 | 18,00 | |
| | 10 10 | | | | | | Arrosage. |
| | 10 30 | 19,2 | 21,4 | 193,7 | 15,4 | 30,80 | |
| | 11 30 | 19,4 | 19,1 | 225,5 | 31,8 | 31,80 | |
| | 12 00 | 19,6 | 19,6 | 244,1 | 18,6 | 37,20 | |
| | 1 15 s. | 19,3 | 18,1 | 281,7 | 37,6 | 30,08 | |
| | 3 00 | 19,4 | 17,4 | 325,0 | 43,3 | 24,74 | |
| | 4 00 | 19,2 | 17,6 | 339,0 | 14,0 | 14,00 | L'eau découle du haut du tube. |
| | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 15 | | | 74,9 | | | |
| | 4 30 | 19,0 | 17,6 | 85,5 | 10,6 | 21,20 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 05 | 19,0° | 17,4° | 92,0 | 6,5 | 11,15 | |
| | 5 30 | 18,9 | 17,6 | 97,6 | 5,6 | 13,46 | |
| | 6 00 | 19,0 | 17,1 | 101,9 | 4,3 | 8,60 | |
| Avril 21 . . . | 6 40 | 18,2 | 16,6 | 106,8 | 4,9 | 7,35 | |
| | 8 00 | 18,4 | 16,6 | 114,2 | 7,4 | 5,55 | |
| | 9 00 | 18,3 | 17,0 | 120,3 | 6,1 | 6,10 | |
| | 10 30 | 18,2 | 17,1 | 127,4 | 7,1 | 4,73 | |
| | 7 30 m. | 17,5 | 16,0 | 180,0 | 52,6 | 5,84 | |
| | 9 15 | 18,6 | 17,6 | 208,0 | 28,0 | 16,00 | |
| | 9 30 | | | | | | Arrosage. |
| | 11 30 | 19,0 | 17,6 | 318,1 | 110,1 | 48,93 | |
| | 12 00 | 19,2 | 17,8 | 339,2 | 21,1 | 42,20 | L'eau découle du haut du tube. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Avril 22 . . . | 2 00 s. | 19,4 | 17,4 | 68,0 | | | |
| | 4 10 | 19,4 | 16,7 | 120,7 | 52,7 | 24,33 | |
| | 5 00 | 19,4 | 16,8 | 131,6 | 10,9 | 13,08 | |
| | 6 00 | 19,0 | 16,8 | 141,9 | 10,3 | 10,30 | |
| | 7 10 | 18,6 | 16,8 | 150,8 | 8,9 | 7,63 | |
| | 8 20 | 18,5 | 16,4 | 157,5 | 6,7 | 5,74 | |
| | 9 40 | 19,0 | 17,0 | 166,6 | 9,1 | 6,82 | |
| | 7 00 m. | 17,8 | 16,1 | 241,0 | 74,4 | 7,97 | Arrosage après l'observation. |
| | 9 00 | 18,2 | 16,4 | 280,9 | 39,9 | 19,95 | |
| | 9 30 | 18,0 | 16,4 | 300,0 | 19,1 | 38,20 | |
| | 10 30 | 18,3 | 16,4 | 339,0 | 39,0 | 39,00 | |
| Avril 23 . . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 40 | | | 62,7 | | | |
| | 11 00 | 18,5 | 16,4 | 81,9 | 19,2 | 57,60 | |
| | 11 15 | 18,5 | 16,5 | 94,4 | 10,5 | 42,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 30 | 18,6 | 16,8 | 110,3 | 17,9 | 71,60 | |
| | 12 00 | 19,0 | 17,1 | 135,8 | 25,5 | 51,00 | |
| | 12 20 s. | 18,9 | 17,1 | 151,2 | 15,4 | 46,20 | |
| | 1 00 | 19,1 | 17,1 | 190,6 | 39,4 | 59,10 | |
| | 1 30 | 19,3 | 17,1 | 211,9 | 21,3 | 42,60 | |
| | 2 00 | 19,3 | 17,1 | 231,9 | 20,0 | 40,00 | |
| | 2 40 | 19,3 | 17,2 | 255,7 | 23,8 | 35,73 | |
| Avril 23 . . . | 3 00 | 19,1 | 17,1 | 268,0 | 12,3 | 36,90 | |
| | 4 00 | 18,6 | 16,6 | 290,7 | 22,7 | 22,70 | |
| | 5 00 | 18,1 | 15,9 | 305,0 | 14,3 | 14,30 | |
| | 6 30 | 17,9 | 15,1 | 315,4 | 10,4 | 6,93 | |
| | 8 10 | 17,7 | 15,1 | 322,6 | 7,2 | 4,32 | |
| | 10 00 | 18,4 | 16,0 | 331.3 | 8,7 | 4,74 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 15 | | | 67,5 | | | |
| | 7 30 m. | 16,9 | 14,6 | 114,0 | 46,5 | 5,03 | |
| | 7 45 | 17,4 | | | | | Arrosage. |
| | 9 30 | 18,6 | 17,1 | 160,2 | 46,2 | 23,10 | |
| | 11 30 | 18,2 | 17.3 | 260,6 | 100,4 | 50,20 | |
| Avril 24 . . . | 4 30 s. | 18,0 | 15.5 | 339,0 | 78,4 | 15,68 | L'eau découle depuis longtemps. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 30 | 17,9 | 15,1 | 57,0 | | | |
| | 6 45 | 18,1 | 15,1 | 64,9 | 7,9 | 6,32 | |
| | 8 00 | 18.6 | 15.2 | 69.0 | 4,1 | 3,28 | |
| | 9 15 | 18,4 | 15,6 | 75.3 | 6,3 | 5,04 | |
| | 6 00 m. | 16.4 | 13,5 | 129.1 | 53,8 | 6,14 | |
| | 7 00 | 17,8 | 14,4 | 137,7 | 8,6 | 8,60 | |
| | 8 00 | 18,4 | 15,5 | 152,0 | 14,3 | 14,30 | |
| | 8 45 | | | | | | Arrosage. |
| Avril 25 . . . | 10 00 | 19,0 | 18,9 | 203,0 | 51.0 | 25,50 | |
| | 11 00 | 19.0 | 17.7 | 239.4 | 36,4 | 36,40 | |
| | 12 00 | 18.6 | 16,6 | 278,3 | 38,9 | 38,90 | |
| | 1 00 s. | 18,8 | 16,4 | 302,7 | 24,4 | 24,40 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 00 | 18°,4 | 15°,9 | 326,5 | 23,8 | 23,80 | |
| | 3 00 | 18,2 | 15,1 | 339,0 | 12,5 | 12,50 | |
| | — | | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 10 | | | 58,4 | | | |
| Avril 25 . . . | 4 00 | 18.0 | 14,7 | 71.7 | 13,3 | 15,96 | |
| | 6 30 | 18.6 | 15,1 | 89,3 | 17,6 | 7,04 | |
| | 7 30 | 18.0 | 15,1 | 92.7 | 3,4 | 3,40 | |
| | 8 30 | 18,1 | 15,0 | 95.0 | 2,3 | 2,30 | |
| | 12 00 | 17,4 | 14,3 | 103,8 | 8.8 | 2,51 | |
| | 8 00 m. | 17,5 | 14,9 | 131.9 | 28,1 | 3,51 | Arrosage après l'observation. |
| | 11 00 | 18,0 | 16,9 | 190,4 | 58,5 | 19,50 | |
| | 12 00 | 16,7 | 16,1 | 212,5 | 22,1 | 22,10 | |
| Avril 26 . . . | 2 45 s. | 18,2 | 17,1 | 266.7 | 54,2 | 19,71 | |
| | 6 00 | 17,6 | 16.1 | 300,0 | 33,3 | 10,24 | |
| | 10 00 | 17.2 | 15.4 | 314,0 | 14,0 | 3,50 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 00 | | | 61,3 | | | |
| | 10 00 m. | 16,4 | 14,8 | 115.1 | 53,8 | 4,48 | |
| | 10 15 | | | | | | Arrosage. |
| Avril 27 . . . | 4 00 s. | 17.5 | 15.5 | 229,6 | 114,5 | 19,08 | |
| | 7 00 | 17,6 | 15,1 | 277,2 | 47,6 | 15,86 | |
| | 10 05 | 17,5 | 15,1 | 292.8 | 15,6 | 5,06 | |
| | 9 40 m. | | | | | | Arrosage. |
| | 9 45 | 18,2 | 15,4 | 339.0 | 46,2 | 3,96 | L'eau découle du haut du tube. |
| Avril 28 . . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 50 | | | 62,2 | | | |
| | 5 30 s. | 15.6 | 14,1 | 209,5 | 147,3 | 19,00 | |
| | 7 30 | 17,2 | 14,3 | 233,0 | 23,5 | 11,75 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 28 . . . | 9 45 | 17,7 | 14,3 | 250,0 | 17,0 | 7,55 | |
| | 8 15 m. | 17.8 | 15,4 | 292,4 | 42,4 | 4,04 | |
| | 8 45 | | | | | | Arrosage. |
| | 10 00 | 18,2 | 16,5 | 315,5 | 23,1 | 13,20 | |
| Avril 29 . . . | 11 00 | 18,2 | 16,6 | 331,8 | 16,3 | 16,20 | |
| | 12 00 | 18,2 | 16,0 | 339,0 | 7,2 | 7,20 | L'eau découle. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | | | | 69,6 | | | |
| | 9 25 s. | 18,8 | 14,4 | 187,5 | 117,9 | 12,52 | |
| | 9 00 m. | 16,4 | 14,3 | 255,0 | 67,5 | 5,65 | |
| | 10 00 | 17,6 | 16,4 | 264,8 | 9,8 | 9,80 | Arrosage après l'observation. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Avril 30 . . . | 10 15 | 17,6 | 16,4 | 57.0 | | | |
| | 1 30 s. | 17,9 | 16,0 | 107,4 | 50,4 | 15,51 | |
| | 6 30 | 17,0 | 15,8 | 147,6 | 40,2 | 8,04 | |
| | 9 30 | 18,0 | 15,9 | 177,0 | 29,4 | 9,80 | |
| | 8 30 m. | 17,1 | 15,5 | 226,0 | 49,0 | 4,45 | |
| Mai 1 . . . . | — | — | — | — | — | — | Accident et interruption. |
| | 9 30 s. | 17,0 | 15,0 | 100,3 | | | |
| | 9 30 m. | 17,9 | 15,4 | 153,2 | 52,9 | 4,41 | Arrosage après l'observation. |
| | 2 30 s. | 18,2 | 15,9 | 209,0 | 55.8 | 11,16 | |
| Mai 2 . . . . | 5 30 | 17,8 | 15,5 | 234,8 | 25,8 | 8,60 | |
| | 7 30 | 17,6 | 15,3 | 246,5 | 11,7 | 5,85 | |
| | 9 30 | 17,4 | 15,4 | 257,3 | 10.8 | 5,40 | |
| | 9 00 m. | 18,8 | 17,5 | 302,0 | 44,7 | 3,88 | Le soleil donne sur le vase. |
| | 9 15 | | | | | | Arrosage. |
| | 10 00 | 18,7 | 17,5 | 312,4 | 10,4 | 10,40 | |
| | 12 00 | 19,2 | 17,1 | 333,2 | 20,8 | 10,40 | |
| Mai 3 . . . . | 2 30 s. | 19,4 | 17,0 | 339,0 | 5,8 | 2,32 | L'eau découle. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 00 | 19.2 | 16,8 | 57,0 | | | |
| | 5 00 | 19,2 | 17.0 | 65,9 | 8,9 | 8.90 | |
| | 6 00 | 19,2 | 17,0 | 71,2 | 5,3 | 5,30 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mai 3 . . . . | 6 30 | 19°,5 | 16°,8 | 74,6 | 3,4 | 6,80 | Orage. |
| | 7 45 | 18,9 | 16,5 | 78,8 | 4,2 | 3,36 | |
| | 9 00 | 19,5 | 16,5 | 84,0 | 5,2 | 4,16 | |
| | 8 00 m. | 18.2 | 16,1 | 116,7 | 32,7 | 2,97 | |
| | 9 00 | 18,2 | 16,6 | 121,1 | 4,4 | 4,40 | |
| Mai 4 . . . . | 9 10 | | | | | | Arrosage. |
| | 10 00 | 18,5 | 16,6 | 133,0 | 11,9 | 11,90 | |
| | 12 00 | 18,6 | 16,6 | 155,4 | 22,4 | 11,20 | |
| | 1 00 s. | 18,6 | 17,1 | 166.7 | 11,3 | 11,30 | |
| | 2 00 | 18,6 | 16,9 | 176,0 | 9,3 | 9,30 | |
| | 3 00 | 18,6 | 16,5 | 184,3 | 8,3 | 8,30 | |
| | 4 00 | 18,6 | 16,1 | 191,3 | 7,0 | 7,00 | |
| | 5 00 | 18,4 | 15.9 | 196,5 | 5,2 | 5,20 | |
| | 6 30 | 18,4 | 16,0 | 205,3 | 8,8 | 5,87 | |
| | 7 30 | 18,0 | 16,0 | 208,2 | 2,9 | 2,90 | |
| | 8 30 | 18,2 | 16,0 | 211.5 | 3,3 | 3,30 | |
| | 10 30 | 18,4 | 16,0 | 217,4 | 5,9 | 2,95 | |
| Mai 5 . . . . | 6 15 m. | 18,2 | 15,5 | 235,2 | 17,8 | 2,29 | |
| | 9 00 | 18,2 | 16,0 | 243,3 | 8,1 | 2,94 | |
| | 9 30 | | | | | | Arrosage. |
| | 10 00 | 18,6 | 16,4 | 250,6 | 7,3 | 7,30 | |
| | 11 00 | 18,9 | 16,6 | 256,7 | 6,1 | 6,10 | |
| | 12 20 s. | 18,6 | 16,0 | 264,4 | 7,7 | 5.77 | |
| | 3 40 | 18,2 | 15,5 | 281,3 | 16,9 | 5,07 | |
| | 5 10 | 18,2 | 15,6 | 288.0 | 6,7 | 4,46 | |
| | 5 50 | 17,8 | 15,2 | 289,8 | 1,8 | 2.70 | |
| | 7 50 | 18,0 | 15,4 | 295,2 | 5,4 | 2,70 | |
| | 9 50 | 17,9 | 15,6 | 300,3 | 5,1 | 2,55 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 30 m. | 17,6 | 15,3 | 314,9 | 14,6 | 1,68 | |
| | 7 30 | 17,6 | 15,5 | 317,0 | 2,1 | 2,10 | |
| | 8 30 | 17,8 | 15,7 | 319,3 | 2,3 | 2,30 | Pas d'arrosage jusqu'au soir. |
| | 9 30 | 17,7 | 16,0 | 321,7 | 2,4 | 2,40 | |
| | 10 30 | 17,7 | 16,6 | 324,8 | 3,1 | 3,10 | |
| | 11 30 | 18,4 | 16,9 | 327,8 | 3,0 | 3,00 | |
| | 12 30 s. | 18,7 | 17,0 | 331,0 | 3,2 | 3,20 | |
| | 2 00 | 18,6 | 17,0 | 335,3 | 4,3 | 2.87 | |
| | 3 00 | 18,8 | 17,0 | 337,0 | 1,7 | 1.70 | |
| Mai 6 . . . . | 5 15 | 18,7 | 16,9 | 339,0 | 2,0 | 0,88 | L'eau ne découle pas. J'abaisse le niveau. |
| | — | — | — | — | — | — | |
| | 5 30 | 18,7 | 16,8 | 75,0 | | | |
| | 6 00 | 18,6 | 16,8 | 78,5 | 3,5 | 7,00 | Chiffre douteux. |
| | 7 00 | 18,4 | 16,5 | 79,9 | 1,4 | 1,40 | |
| | 8 00 | 18,6 | 16,5 | 81,0 | 1,1 | 1,10 | |
| | 8 20 | | | | | | Arrosage. |
| | 9 00 | 18,8 | 16,5 | 86.6 | 5,6 | 5,60 | |
| | 10 00 | 18,7 | 16,5 | 90,7 | 4,1 | 4,10 | |
| | 11 00 | 18,7 | 16,5 | 95,0 | 4,3 | 4,30 | |
| | 6 45 m. | 18,1 | 16,2 | 122,1 | 27,1 | 3,49 | |
| | 8 30 | 18.5 | 16,8 | 129,2 | 7,1 | 4,04 | Pas d'arrosage de toute la journée. |
| | 9 30 | 18,8 | 16,9 | 133,7 | 4,5 | 4,50 | |
| | 10 30 | 19,3 | 17,0 | 138,1 | 4.4 | 4,40 | |
| | 11 30 | 19,3 | 17,0 | 142,9 | 4,8 | 4,80 | |
| | 12 30 s. | 19,7 | 17,0 | 148,7 | 5,8 | 5,80 | |
| Mai 7 . . . . | 1 30 | 19,8 | 17,2 | 153,5 | 4,8 | 4,80 | |
| | 2 30 | 19,8 | 17,3 | 158,0 | 4,5 | 4,50 | |
| | 3 30 | 19,8 | 17,2 | 162,4 | 4,4 | 4,40 | |
| | 5 00 | 19,7 | 17,0 | 167,6 | 5,2 | 3,47 | |
| | 6 00 | 18,9 | 16,8 | 170,0 | 2,4 | 2,40 | |
| | 7 30 | 18,3 | 16,7 | 173,5 | 3,5 | 2,33 | |
| | 8 30 | 19,4 | 16,9 | 174,2 | 0,7 | 0,70 | Orage. |
| | 9 30 | 19,1 | 17,0 | 175,7 | 1,5 | 1,50 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| Mai 7 . . . . | 10 30 | 19°,1 | 16°,9 | 176,8 | 1,1 | 1,10 | |
| | 6 45 m. | 18,5 | 16,8 | 179,1 | 2,3 | 0,27 | |
| | 8 30 | 18,6 | 16,9 | 180,4 | 1,3 | 0,74 | Arrosage copieux après l'observation. |
| | 9 30 | 18,5 | 16,8 | 186,7 | 6,3 | 6,30 | |
| | 10 00 | 18,4 | 16,8 | 189,2 | 2,5 | 5,00 | |
| | 10 30 | 18,4 | 16,7 | 192,0 | 2,8 | 5,60 | |
| | 11 30 | 18,4 | 16,6 | 198,5 | 6,5 | 6,50 | |
| Mai 8 . . . . | 1 30 s. | 18,8 | 16,8 | 213,0 | 14,5 | 7,25 | |
| | 2 30 | 18,9 | 16,9 | 218,4 | 5,4 | 5,40 | |
| | 4 30 | 18,8 | 16,8 | 230,1 | 11,7 | 5,85 | |
| | 5 30 | 18,1 | 16,5 | 233,4 | 3,3 | 3,30 | |
| | 6 30 | 18,5 | 16,4 | 236,9 | 3,5 | 3,50 | |
| | 7 30 | 18,6 | 16,5 | 240,1 | 3,2 | 3,20 | |
| | 9 30 | 18,5 | 16,5 | 245,9 | 5,8 | 2,90 | |
| | 6 30 m. | 17,8 | 15,8 | 261,9 | 16,0 | 1,77 | Arrosage. |
| | 9 30 | 17,8 | 15,9 | 267,8 | 5,9 | 1,97 | |
| | 10 30 | 17,8 | 15,9 | 269,3 | 1,5 | 1,50 | |
| Mai 9 . . . . | 12 30 s. | 18,2 | 16,0 | 272,8 | 3,5 | 1,75 | |
| | 4 30 | 18,1 | 15,9 | 279,3 | 6,5 | 1,62 | |
| | 6 30 | 17,8 | 15,9 | 281,2 | 1,9 | 0,95 | |
| | 8 30 | 18,3 | 15,7 | 283,0 | 1,8 | 0,90 | |
| | 9 45 | 18,4 | 15,8 | 283,7 | 0,7 | 0,56 | |

Les observations ont été continuées pendant quinze jours encore. Les mouvements devinrent de plus en plus faibles et finirent par cesser ; ensuite l'eau fut aspirée à la surface de section. — A l'examen microscopique, cette surface fut trouvée très légèrement ratatinée, la tige en parfait état. Peu au-dessous du niveau de la terre, une nouvelle branche a poussé. Le 15 mai elle apparaît à la lu-

Digitized by Google

mière, et le 25 mai, (jour où l'expérience a été interrompue), quelques-unes des feuilles qu'elle porte ont presque atteint la grandeur normale.

---

### 26. Senecio mikanioides.

Plante cultivée dans un vase haut de 13 centimètres et large de 15 centimètres à sa partie supérieure. La terre est un mélange de terre de bruyère et d'une terre sableuse. Depuis un mois la plante est dans mon laboratoire, où la température n'a pas baissé au-dessous de 15° centigrades ni dépassé 22° ; elle a été arrosée tous les matins entre 9 heures et midi, sauf plusieurs fois où, l'humidité étant suffisante, elle n'a pas été arrosée du tout. — La tige mesure, à partir de la surface de la terre, 360 mm. ; dans les 30 mm. inférieurs, avant qu'elle se recourbe pour s'étendre horizontalement, son diamètre est de 6,5 mm. ; plus haut il mesure 4,6 sur 3,0 mm. et reste ensuite constant. — Il n'y a en tout que huit feuilles, mais toutes en parfait état ; trois mesurent (le limbe seul) 33 sur 43 mm. ; trois, 28 sur 30 mm. ; une, 17 sur 24 mm. ; la huitième, 11 sur 10 mm. Plusieurs feuilles sont à l'état de bourgeons très avancés. Les racines mesurent 1 mètre en longueur ; leur volume approximatif est de 8000 mm. cubes (peu desséchées)[1].

La décapitation a lieu à 30 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Le moignon est adapté à mon manomètre modifié. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 15,4.

[1] Volume du moignon inférieur de la tige : 900 mm. cubes.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Décembre 10 | 10 00 m. | | | | | | Arrosage. |
| | 10 30 | | | | | | Décapitation. |
| | 11 00 | 20,3 | 15,7 | 100,0 | | | |
| | 11 30 | 20,1 | 15,7 | 102,9 | 2,9 | 5,80 | |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 00 | 20°,3 | 15°,7 | 105,9 | 3,0 | 6.00 | |
| | 12 30 s. | 20,4 | 15,7 | 107,0 | 1,1 | 2,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 35 | | | 100,0 | | | |
| | 1 05 | 20,7 | 15,7 | 101,9 | 1,9 | 3,80 | |
| | 1 35 | 20,2 | 15.8 | 103,9 | 2,0 | 4,00 | |
| | 2 05 | 20,2 | 15,8 | 104,9 | 1,0 | 2,00 | |
| | 2 35 | 20,2 | 15,8 | 106,5 | 1,6 | 3,20 | |
| | 3 05 | 19,8 | 15,8 | 108,0 | 1,5 | 3,00 | |
| | 3 35 | 19,5 | 15,7 | 109,2 | 1,2 | 2,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 45 | | | 100,8 | | | |
| Décembre 10 | 4 15 | 19.4 | 15,6 | 102,1 | 1,3 | 2,60 | |
| | 4 45 | 19,8 | 15,7 | 104.1 | 2,0 | 4,00 | |
| | 5 15 | 20,1 | 15.7 | 105,0 | 0,9 | 1,80 | |
| | 5 45 | 20,2 | 15,7 | 106,8 | 1,8 | 3,60 | |
| | 6 15 | 19.9 | 15.8 | 108,1 | 1,3 | 2,60 | |
| | 7 30 | 19,3 | 15,8 | 112,0 | 3,9 | 3,12 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 45 | 17,6 | 15,8 | 100,0 | | | |
| | 8 45 | 19,8 | 15,9 | 102,9 | 2,9 | 2.90 | |
| | 9 45 | 22,0 | 16,3 | 105,6 | 2,7 | 2,70 | |
| | 10 15 | 20,2 | 15,4 | 106,7 | 1.1 | 2,20 | |
| | 10 45 | 20,0 | 15,3 | 107,7 | 1,0 | 2,00 | |
| | 11 15 | 19,8 | 15,6 | 108,9 | 1,2 | 2,40 | |
| | 11 45 | 19,9 | 15,7 | 110,1 | 1,2 | 2,40 | |
| Décembre 11 | 12 15m. | 19,9 | 15,8 | 111,3 | 1,2 | 2,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 20 | — | — | 100,0 | | | |
| | 3 50 | 18.1 | 15,7 | 108,2 | 8,2 | 2,33 | |
| | 4 20 | 18,7 | 15,6 | 109,2 | 1,0 | 2,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 35 | 19,1 | 15,7 | 100,0 | | | |
| | 6 20 | 20,0 | 15,9 | 104,0 | 4,0 | 2,28 | |
| | 9 00 | | | | | | Arrosage. |
| | 9 20 | 18,2 | 15,5 | 111,4 | 7,4 | 2,37 | |
| | 10 15 | 18,5 | 15,3 | 113,1 | 1,7 | 2,26 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Décembre 11 | 10 20 | 19,0 | 15,3 | 100,0 | | | |
| | 11 20 | 18,6 | 15,4 | 103,3 | 3,3 | 3,30 | |
| | 11 50 | 18,9 | 15,4 | 104,7 | 1,4 | 2,80 | |
| | 12 50 s. | 19,0 | 15,3 | 107,4 | 2,7 | 2,70 | |
| | 2 20 | 18,9 | 15,4 | 110,9 | 3,5 | 2,33 | |
| | 3 20 | 19,2 | 15,5 | 113,9 | 3,0 | 3,00 | |
| | 4 20 | 19,9 | 15,5 | 116,5 | 2,6 | 2,60 | |
| | 6 20 | 19,5 | 15,6 | 122,0 | 5,5 | 2,75 | |
| | 8 05 | 19,6 | | 126,0 | 4,0 | 2,28 | |
| | 9 05 | 20,0 | 15,8 | 128,0 | 2,0 | 2,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 25 | 20,0 | 15,8 | 100,0 | | | |
| | 8 15 m. | 23,0 | | 118,6 | 18,6 | 1,73 | |
| | 9 15 | 23,0 | | 120,3 | 1,7 | 1,70 | |
| | 12 00 | 17,3 | 14,5 | 122,4 | 2,1 | 0,76 | |
| Décembre 12 | 1 30 s. | 20,1 | 14,9 | 124,2 | 1,8 | 1,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 1 45 | | | 100,0 | | | |
| | 4 00 | 19,0 | 15,2 | 105,0 | 5,0 | 2,20 | |
| | 6 00 | 17,1 | 14,5 | 108,8 | 3,8 | 1,90 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | | ACCROISSEMENT par heure. | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 00 | ° | ° | | | | | | Arrosage ; 30 cc. d'eau. Décapitation. |
| | 5 30 s. | | | | | | | | |
| | 6 00 | 23,2 | 19,6 | 79,4 | | | | | |
| | 6 30 | | | | | | | | Une bulle d'air se dégage de la surface de section. Je l'enlève. |
| Juillet 19 . . | 6 40 | 23,2 | 19,6 | 92.2 | | | | | |
| | 7 00 | 23.0 | 19,6 | 94,0 | | 1,8 | | 5.40 |
| | 7 30 | 22,6 | 19,7 | 94,0 | | 0,0 | | 0.00 |
| | 8 00 | 22,4 | 20,0 | 93,5 | — | 0,5 | — | 1,00 |
| | 10 00 | 21,5 | 19,7 | 92,8 | — | 0,7 | — | 0,35 |
| | 12 00 m. | 20,3 | 18,5 | 92,8 | | 0,0 | | 0,00 |
| | 6 00 | 20,7 | 18,7 | 94,6 | + | 1,8 | + | 0,30 |
| Juillet 20 . . | 9 00 | 21,4 | 19,2 | 96,2 | | 1,6 | | 0,53 |
| | 11 00 | 21,5 | 19,6 | 97,7 | | 1,5 | | 0,75 |
| | 12 00 | 21,6 | 19,7 | 98,8 | | 1,1 | | 1,10 |

## 27. Senecio mikanioides.

Plante en beaucoup moins bon état que celles des expériences 25 et 26, cultivée dans un vase mesurant 9,5 centimètres sur 12,0. Les feuilles sont desséchées et maladives.

Depuis deux mois cette plante a été arrosée régulièrement entre midi et une heure de l'après-midi, tandis que celle de l'expérience suivante a été toujours arrosée entre onze heures du soir et minuit.

La décapitation a lieu à 20 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Un tube vertical est adapté au moignon. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui donnent l'accroissement en hauteur par 4,5

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juillet 20 . . | 12 02 s. | | | | | | Arrosage ; 30 cc. d'eau. |
| | 2 00 | 21,8 | 19,9 | 100,2 | 1,4 | 0,70 | |
| | 4 00 | 21,8 | 20,2 | 101,6 | 1,4 | 0,70 | |
| | 6 00 | 22,8 | 20,1 | 103,7 | 2,1 | 1,05 | |
| | 8 00 | 22,5 | 20,2 | 105,2 | 2,5 | 1,25 | |
| | 10 00 | 22,6 | 20,3 | 107,1 | 1,9 | 0,95 | |
| Juillet 21 . . | 12 00 m. | 22,5 | 20,6 | 108,2 | 1,1 | 0,55 | |
| | 8 00 | 22,5 | 20,7 | 113,0 | 4,8 | 0,60 | |
| | 11 00 | 23,1 | 21,0 | 114,6 | 1,6 | 0,53 | |
| | 12 00 | | | | | | Arrosage ; 30 cc. d'eau. |
| | 4 00 s. | 23,0 | 21,6 | 119,3 | 4,7 | 0,94 | |
| | 6 00 | 22,9 | 20,5 | 121,3 | 2,0 | 1,00 | |
| | 10 45 | 22,0 | 19,2 | 122,9 | 1,6 | 0,33 | |

---

### 28. Senecio mikanioides.

Plante identique à la précédente, cultivée dans un vase mesurant 10,2 centimètres sur 12,8 centimètres.

Depuis deux mois, cette plante a été arrosée régulièrement entre onze heures du soir et minuit.

La décapitation a lieu à 20 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Un tube vertical est adapté au moignon. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui donnent l'accroissement en hauteur par 4,5.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juillet 19 . . | 12 00 m. | | | | | | Arrosage ; 30 cc. d'eau. |
| | 5 45 s. | | | | | | Décapitation. |
| | 6 00 | 23,2 | 19,5 | 77,2 | | | |
| | 6 30 | 23,2 | 19,5 | 77,2 | 0,0 | | |
| | 7 00 | 23,2 | 19,5 | 78,0 | 0,8 | 1,60 | |
| | 7 30 | 22,6 | 19,7 | 78,0 | 0,0 | 0,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juillet 19 . . | 8 00 | 22°,4 | 19°,9 | 78,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 10 00 | 21,5 | 19,8 | 78,3 | 0,3 | 0,15 | |
| | 12 00 m. | 20,3 | 18,9 | 78,6 | 0,3 | 0,15 | |
| | 12 15 | | | | | | Arrosage; 30 cc. d'eau. |
| | 6 00 | 20,7 | 18,9 | 77,3 | — 1,3 | — 0,21 | |
| | 9 00 | 21,4 | 19,3 | 77,3 | 0,0 | 0,00 | |
| | 11 00 | 21,5 | 19,7 | 77,3 | 0,0 | 0,00 | |
| Juillet 20 . . | 12 00 | 21,6 | 19,8 | 78,1 | + 0,8 | + 0,80 | |
| | 2 00 s. | 21,8 | 19,9 | 78,7 | 0,6 | 0,30 | |
| | 4 00 | 21,8 | 20,0 | 78,7 | 0,0 | 0,00 | |
| | 6 00 | 21,8 | 20,0 | 78,9 | 0,2 | 0,10 | |
| | 8 00 | 22,5 | 20,2 | 78,3 | — 0,6 | — 0,30 | |
| | 10 00 | 22,6 | 20,4 | 78,2 | — 0,1 | — 0,05 | |
| | 12 00 m. | 22,5 | 20,6 | 78,3 | + 0,1 | + 0,05 | Arrosage après l'observation. |
| | 8 00 | 22,5 | 20,6 | 78,5 | 0,2 | 0,02 | |
| | 11 00 | 23,1 | 21,0 | 78,1 | — 0,4 | — 0,13 | |
| Juillet 21 . . | 4 00 s. | 23,0 | 21,6 | 79,7 | + 1,6 | + 0,32 | |
| | 6 00 | 22,9 | 20,5 | 79,8 | 0,1 | 0,05 | |
| | 10 45 | 22,0 | 19,5 | 79,9 | 0,1 | 0,02 | |

## 29. Dahlia spec.

Plante cultivée dans un vase haut de 12,7 centimètres, large de 14 centimètres. — La tige, dépourvue de ramifications, mesure 570 mm. depuis la surface de la terre ; diamètre au point de sec-

Digitized by Google

tion : 7 sur 7,5. — Il y a quatorze feuilles, toutes composées ; huit mesurent 125 sur 100 mm., deux mesurent 100 sur 105 mm. ; quatre mesurent 45 sur 20 mm. ; les pétioles vont de 20 à 75 mm. ; volume des racines desséchées : les tubercules, 43 300 mm. cubes, les racines proprement dites, 1250 mm. cubes[1].

La décapitation a lieu à 17 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Un tube vertical est adapté sur la section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui donnent l'accroissement en hauteur par 4,6.

[1] Le moignon inférieur de la tige a un volume de 1350 mm. cubes.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 00 m. | 19,3 | 17,2 | | | | | | Arrosage ; 100 cc. d'eau. |
| | 3 30 s. | 19,5 | 17,3 | | | | | | Décapitation. |
| | 3 55 | 19,6 | 17,4 | 54,6 | | | | | |
| | 4 05 | 19,6 | 17,4 | 52,9 | — | 1,7 | — | 10,20 | |
| | 4 40 | 19,6 | 17,4 | 50,0 | — | 2,9 | — | 4,96 | |
| Juillet 9 . . . | 5 40 | 19,5 | 17,4 | 53,3 | + | 3,3 | + | 3,30 | |
| | 6 00 | 19,5 | 17,4 | 56,9 | | 3,6 | | 10,80 | |
| | 6 20 | 19,5 | 17,4 | 59,9 | | 3,0 | | 9,00 | |
| | 6 30 | 19,5 | 17,4 | 61,6 | | 1,7 | | 10,20 | |
| | 7 45 | 19,4 | 17,4 | 69,3 | | 7,7 | | 6,16 | |
| | 9 30 | 19,4 | 17,1 | 74,5 | | 5,2 | | 2,97 | |
| | 6 30 m. | 18,9 | 16,8 | 85,1 | | 10,6 | | 1,06 | |
| | 7 50 | | | | | | | | Arrosage ; 100 cc. d'eau. |
| | 8 00 | 18,4 | 16,8 | 90,1 | | 5,0 | | 3,33 | |
| | 11 20 | 19,6 | 17,1 | 150,7 | | 60,6 | | 18,18 | |
| Juillet 10 . . . | 12 35 s. | 19,6 | 17,3 | 168,5 | | 17,8 | | 14,24 | |
| | 1 35 | 19,6 | 17,2 | 178,2 | | 9,7 | | 9,70 | |
| | 2 05 | 19,7 | 17,3 | 181.7 | | 3,5 | | 7,00 | |
| | 2 45 | 19,9 | 17,4 | 186,5 | | 4,8 | | 7,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 03 | 19,9 | 17,5 | 58,3 | | | | | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 18 | 19°,7 | 17°,4 | 60,2 | 1,9 | 7,60 | |
| | 3 33 | 19.8 | 17,4 | 61.6 | 1,4 | 5,60 | |
| | 4 23 | 19,8 | 17,4 | 67,2 | 5,6 | 6,72 | |
| | 4 48 | 19.7 | 17,4 | 69.1 | 1,9 | 4,56 | |
| Juillet 10 . . | 5 08 | 19.7 | 17,4 | 70,3 | 1,2 | 3,60 | |
| | 5 38 | 19,7 | 17,4 | 72.1 | 1,8 | 3,60 | |
| | 6 08 | 19,7 | 17,4 | 74,1 | 2,0 | 4,00 | |
| | 6 38 | 19,7 | 17.5 | 74.9 | 0,8 | 1.60 | |
| | 7 38 | 19.6 | 17,4 | 76,7 | 1,8 | 1,80 | |
| | 11 38 | 17.8 | 16,1 | 74.0 | — 2,7 | — 0,67 | |
| | 8 53 m. | 18,8 | 16,6 | 73.8 | — 0,2 | — 0.02 | |
| | 12 23 s. | 18,7 | 16,4 | 72.2 | — 1.6 | — 0,45 | |
| | 1 53 | 18,8 | 16,4 | 69,3 | — 2,9 | — 1,93 | |
| | 2 20 | | | | | | Arrosage ; 100 cc. d'eau. |
| | 2 38 | 19,3 | 17,1 | 75,3 | + 6,0 | + 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juillet 11 . . | 3 00 | 19.3 | 17,3 | 59,8 | | | |
| | 3 30 | 19,3 | 17,4 | 66,4 | 6,6 | 13,20 | |
| | 4 15 | 19,4 | 17.5 | 78.4 | 12,0 | 16.00 | |
| | 6 45 | 19.4 | 17,6 | 132.6 | 54,2 | 21,68 | |
| | 11 30 | 19.2 | 17,6 | 211,2 | 78,6 | 16,54 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 45 | 19,1 | 17,6 | 56,0 | | | |
| | 9 30 m. | 18.6 | 16.6 | 200.0 | 144,0 | 14,77 | Arrosage après l'observation. |
| | 12 15 s. | 18,6 | 16,5 | 215,6 | 15,6 | 5,67 | |
| Juillet 12 . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 30 | 18,6 | 16.5 | 60.9 | | | |
| | 2 00 | 18,7 | 16.6 | 94.7 | 33.8 | 22,53 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juillet 12 . . | 6 45 | 17,1 | 15,1 | 172,2 | 77,5 | 16,31 | |
| | 11 30 | 16,3 | 14,6 | 216,0 | 43,8 | 9,22 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 40 | 16,3 | 14,6 | 50,0 | | | |
| | 12 20 s. | 19,6 | 17,1 | 202,4 | 152,4 | 11,95 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 30 | 19,6 | 17,1 | 50,0 | | | |
| Juillet 13 . . | 2 00 | 19,8 | 17.1 | 71,9 | 21,9 | 14,60 | |
| | 5 00 | 19,0 | 16,7 | 93,4 | 21,5 | 7,17 | |
| | 5 10 | | | | | | Arrosage; 100 cc. d'eau. |
| | 7 15 | 18,5 | 16,5 | 133,8 | 40,4 | 17,95 | |
| | 10 00 | 17,7 | 16,1 | 179,3 | 45,5 | 16,54 | |

Le lendemain, des bulles de gaz commencent à se dégager de la surface de section ; la sève continue à s'élever dans le tube comme les jours précédents, mais les bulles, de plus en plus nombreuses, rendent les lectures sans valeur.

---

### 30. Dahlia spec.

Plante cultivée dans un vase haut de 12,7, large de 14 centimètres. La tige, dépourvue de ramifications, mesure 467 mm. à partir de la surface de la terre ; diamètre au point de section, 7,5 mm., plus haut augmentant jusqu'à 9 mm. — Il y a quinze feuilles, toutes composées (les feuilles inférieures, simples, sont desséchées) ; huit mesurent 180 sur 130 mm. ; quatre mesurent 130 sur 120 mm. ; trois mesurent 90 sur 45 mm. ; les pétioles vont de 20 à 100 mm. — Volume des racines desséchées : les tubercules, 42 900 mm. cubes, les racines proprement dites, 2250 mm. cubes[1].

Cette plante a été arrosée tous les matins à 9 heures.

[1] Le moignon inférieur de la tige a un volume de 1250 mm. cubes.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La décapitation a lieu à 17 mm. au-dessus de la surface de la terre. Le moignon est adapté au manomètre Thury. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 12,6. | | | | | | | |
| | 2 45 s. | ° | ° | | | | Décapitation. |
| | 4 05 | 20,2 | 18,3 | 0,0 | | | |
| | 4 35 | 19,7 | 18.2 | 3,2 | 3,2 | 6.40 | |
| | 4 50 | 20,0 | 18,3 | 6,2 | 3,0 | 12.00 | |
| | 5 05 | 20,2 | 18,3 | 9.2 | 3,0 | 12,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 07 | | | 0,0 | | | |
| | 5 22 | 20,2 | 18,3 | 3.6 | 3,6 | 14.40 | |
| | 5 37 | 20,2 | | 7,4 | 3,8 | 15,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juillet 8. . . | 5 39 | | | 0,0 | | | |
| | 5 54 | 20,2 | 18.3 | 2.9 | 2,9 | 11.60 | |
| | 6 09 | 20,1 | 18,3 | 5.2 | 2.3 | 9.20 | |
| | 6 24 | 20,1 | 18,3 | 7.4 | 2.2 | 8,80 | |
| | 6 34 | 20,1 | 18,3 | 9,0 | 1,6 | 9.60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 36 | | | 0,0 | | | |
| | 7 21 | 20,0 | 18,3 | 7,0 | 7,0 | 9.33 | |
| | 7 31 | 20.0 | 18,3 | 8,7 | 1,7 | 10,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 39 | | | 0,1 | | | |
| | 7 49 | 20,1 | 18.1 | 3,1 | 3.0 | 12.00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 04 | 20,2 | 18,1 | 6,0 | 2,9 | 11,60 | |
| | 8 19 | 20,2 | 18,2 | 8,8 | 2,8 | 11,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juillet 8 . . . | 8 21 | | | 0,0 | | | |
| | 10 06 | 20,1 | 18,2 | 19,5 | 19,5 | 11,14 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 10 | | | 0,0 | | | |
| | 8 35 m. | 19,8 | 17,8 | 103,2 | 103,2 | 10,06 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 38 | | | 0,0 | | | |
| | 9 38 | 19,8 | 17,8 | 8,2 | 8,2 | 8,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 44 | 19,7 | 17,8 | 0,0 | | | |
| | 9 59 | 19,5 | 17,7 | 1,8 | 1,8 | 7,20 | |
| | 10 05 | | | | | | Arrosage ; 100 cc. d'eau. |
| | 10 24 | 19,6 | 17,8 | 10,2 | 8,4 | 20,19 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 25 | | | 0,0 | | | |
| | 10 40 | 19,7 | 17,8 | 5,2 | 5,2 | 20,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juillet 9 . . . | 10 43 | | | 0,0 | | | |
| | 11 03 | 19,7 | 17,8 | 6,1 | 6,1 | 18,30 | |
| | — | — | — | — | — | — | Interruption ! |
| | 11 25 | 19,8 | 17,8 | 0,0 | | | |
| | 11 45 | 19,5 | 17,7 | 8,0 | 8,0 | 24,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 46 | | | 0,0 | | | |
| | 12 16 s. | 19,6 | 17.6 | 13,4 | 13,4 | 26,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 17 | | | 0,0 | | | |
| | 1 02 | 19,6 | 17,5 | 20,1 | 20,1 | 26,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 1 03 | | | 0,0 | | | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 03 | 19°,7 | 17°,5 | 19,4 | 19,4 | 19,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 05 | | | 0,0 | | | |
| | 2 20 | 19,7 | 17.5 | 4,1 | 4,1 | 16.40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 21 | | | 0,0 | | | |
| | 2 41 | 19.7 | 17,5 | 4.9 | 4.9 | 14,70 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 42 | | | 0.0 | | | |
| | 2 57 | 19.7 | 17,4 | 3,2 | 3,2 | 12,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 01 | | | 0,1 | | | |
| | 3 16 | 19,7 | 17,4 | 3.3 | 3,2 | 12,80 | |
| Juillet 9 . . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 20 | | | 0,0 | | | |
| | 3 35 | 19.7 | 17,4 | 3,5 | 3,5 | 14,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 39 | | | 0.0 | | | |
| | 3 59 | 19,8 | 17,3 | 5,1 | 5,1 | 15,30 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 02 | | | 0.0 | | | |
| | 4 17 | 19,8 | 17,3 | 3.5 | 3,5 | 14,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 20 | | | 0.0 | | | |
| | 4 35 | 19.8 | 17,3 | 4,0 | 4,0 | 16,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 39 | | | 0,0 | | | |
| | 4 59 | 19,8 | 17,3 | 4.2 | 4,2 | 12,60 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 07 1/2 | | | 0,0 | | | |
| | 5 22 1/2 | 19,7 | 17,3 | 3,1 | 3,1 | 12,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 24 | | | 0,1 | | | |
| | 5 39 | 19,7 | 17,3 | 3,2 | 3,1 | 12,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 41 | | | 0,0 | | | |
| | 5 56 | 19,7 | 17,3 | 3,1 | 3,1 | 12,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 58 | | | 0,0 | | | |
| | 6 13 | 19,7 | 17,3 | 3,1 | 3,1 | 12,40 | |
| Juillet 9 . . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 19 | | | 0,1 | | | |
| | 6 34 | 19,7 | 17,3 | 3,3 | 3,2 | 12,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 36 | | | 0,0 | | | |
| | 6 51 | 19,7 | 17,3 | 3,2 | 3,2 | 12,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 53 | | | 0,1 | | | |
| | 7 13 | 19,7 | 17,3 | 4,1 | 4,0 | 12,00 | |
| | — | — | - | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 15 | | | 0,0 | | | |
| | 7 45 | 19,7 | 17,3 | 6,2 | 6,2 | 12,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | Interruption. |
| | 7 50 m. | | | | | | Arrosage. |
| | 3 02 s. | | | 0,0 | | | |
| | 3 17 | 19,9 | 17,3 | 2,0 | 2,0 | 8,00 | |
| Juillet 10 . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 19 | | | 0,0 | | | |
| | 3 34 | 20,0 | 17,3 | 2,2 | 2,2 | 8,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 35 | | | 0,0 | | | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| | 4 20 | 20°,0 | 17°,3 | 5,4 | 5,4 | 7,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 27 | | | 0,0 | | | |
| | 4 47 | 19,9 | 17,3 | 2,6 | 2,6 | 7,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 51 | | | 0,0 | | | |
| | 5 06 | 19,9 | 17,3 | 1,9 | 1,9 | 7,60 | |
| | 5 21 | 19,9 | 17,3 | 3,7 | 1,8 | 7,20 | |
| Juillet 10 . . | 5 36 | 19,9 | 17,3 | 5,2 | 1,5 | 6,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 38 | | | 0,0 | | | |
| | 5 53 | 19,9 | 17,2 | 2,0 | 2,0 | 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 02 | 19,9 | 17,2 | 0,0 | | | |
| | 6 17 | 19,9 | 17,2 | 1,8 | 1,8 | 7,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 20 | | | 0,0 | | | |
| | 6 35 | 19,9 | 17,2 | 2,0 | 2,0 | 8,00 | |

Cette expérience a malheureusement été interrompue par suite de la rupture du tube manométrique.

---

### 81. Dahlia spec.

Plante cultivée dans un vase haut de 12,7 large de 14,0 centimètres. La tige, dépourvue de ramifications, mesure 550 mm. à partir de la surface de la terre ; diamètre au point de section, 11,7

Digitized by Google

sur 10,7 mm. ; ce diamètre reste constant jusqu'à 150 mm. au-dessous du sommet de la tige. Il y a douze feuilles, toutes composées, et à folioles très séparées les unes des autres ; huit mesurent 180 sur 160 mm., deux mesurent 100 sur 70 mm., deux mesurent 35 sur 30 mm.; les pétioles vont de 10 à 60 mm. — Volume des racines desséchées : les tubercules, 41 000 mm. cubes, les racines proprement dites, 1800 mm. cubes[1].

Cette plante a été arrosée tous les matins à 9 heures.

La décapitation a lieu à 17 mm. de la surface de la terre.

Le moignon est adapté à mon manomètre modifié. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20,0.

[1] Le moignon inférieur de la tige a un volume de 1500 mm. cubes.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 00 m. | | | | | | | | Arrosage. |
| | 3 30 s. | | | | | | | | Décapitation. |
| | 4 09 | 20,2 | 18,8 | 100,0 | | | | | |
| | 4 39 | 19,7 | 18,5 | 98,9 | — | 1,1 | — | 2,20 | |
| | 4 54 | 20,0 | 18,5 | 98,5 | — | 0,4 | — | 1,60 | |
| | 5 09 | 20,2 | 18,5 | 97,8 | — | 0,7 | — | 2,80 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 5 10 | | | 100,0 | | | | | |
| | 5 25 | 20,2 | 18,5 | 100,9 | + | 0,9 | + | 3,60 | |
| Juillet 8 . . . | 5 40 | 20,2 | 18,5 | 101,1 | | 0,2 | | 0,80 | |
| | 5 55 | 20,2 | 18,5 | 101,8 | | 0,7 | | 2,80 | |
| | 6 10 | 20,1 | 18,5 | 102,1 | | 0,3 | | 1,20 | |
| | 6 25 | 20,1 | 18,5 | 102,4 | | 0,3 | | 1,20 | |
| | 6 35 | 20,1 | 18,5 | 102,5 | | 0,1 | | 0,60 | |
| | 7 25 | 20,0 | 18,5 | 103,1 | | 0,6 | | 0,65 | |
| | 7 35 | 20,1 | 18,5 | 103,3 | | 0,2 | | 1,20 | |
| | — | - | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 7 38 | | | 300,0 | | | | | |
| | 7 53 | 20,2 | 18,5 | 298,7 | — | 1,3 | — | 5,20 | |
| | 8 08 | 20,2 | 18,5 | 297,5 | — | 1,2 | — | 4,80 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 13 | | | 200,0 | | | |
| Juillet 8 . . . | 8 23 | 20,2 | 18,5 | 199,7 | — 0,3 | — 1,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 25 | | | 150,0 | | | |
| | 10 05 | 20,1 | 18,5 | 149,5 | — 0,5 | — 0,30 | |
| | 10 13 | 20,1 | 18,5 | 150,0 | + 0,5 | + 3,75 | |
| | 8 38 m. | 19,8 | 18,0 | 152,7 | 2,7 | 0,25 | |
| | 9 38 | 19,7 | 18,0 | 152,3 | — 0,4 | — 0,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 48 | | | 100,0 | | | |
| | 10 03 | 19,5 | 17,9 | 100,0 | ± 0,0 | ± 0,00 | |
| | 10 05 | | | | | | Arrosage ; 100 cc. d'eau. |
| | 10 23 | 19,6 | 18,1 | 102,3 | + 2,3 | + 6,90 | |
| | 10 38 | 19,7 | 18,1 | 104,0 | 1,7 | 6,80 | |
| | 11 02 | 19,8 | 18,1 | 106,4 | 2,4 | 6,00 | |
| | 11 17 | 19,9 | 18,2 | 108,0 | 1,6 | 6,40 | |
| Juillet 9 . . . | 11 47 | 19,5 | 18,0 | 111,2 | 3,2 | 6,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 11 50 | | | 150,0 | | | |
| | 12 15 s. | 19,6 | 18,0 | 153,7 | 3,7 | 8,88 | |
| | 1 05 | 19,6 | 18,0 | 159,8 | 6,1 | 7,32 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 1 06 | | | 200,0 | | | |
| | 2 06 | 19,7 | 18,0 | 205,2 | 5,2 | 5,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 08 | | | 100,0 | | | |
| | 2 23 | 19,7 | 17,9 | 101,9 | 1,9 | 7,60 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 2 25 | | | 200,0 | | | |
| | 2 40 | 19,7 | 17,9 | 201,3 | 1,3 | 5,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 41 | | | 200,0 | | | |
| | 2 56 | 19,7 | 17,9 | 201,2 | 1,2 | 4,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 02 | | | 100,0 | | | |
| | 3 17 | 19,7 | 17,9 | 101,8 | 1,8 | 7,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 3 18 | | | 200,0 | | | |
| | 3 33 | 19,7 | 17,8 | 201,4 | 1,4 | 5,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 42 | | | 200,0 | | | |
| | 3 57 | 19,8 | 17,8 | 201,5 | 1,5 | 6,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juillet 9 . . . | 4 01 | | | 100,0 | | | |
| | 4 16 | 19,8 | 17,8 | 102,0 | 2,0 | 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 4 19 | | | 200,0 | | | |
| | 4 34 | 19,8 | 17,8 | 201,6 | 1,6 | 6,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 40 | | | 100,0 | | | |
| | 5 00 | 19,8 | 17,8 | 102,8 | 2,8 | 8,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 05 | | | 200,0 | | | |
| | 5 20 | 19,7 | 17,8 | 201,3 | 1,3 | 5,20 | |
| | 5 35 | | | 202,9 | 1,6 | 6,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 40 | | | 100,0 | | | |
| | 5 55 | 19,7 | 17,8 | 101,8 | 1,8 | 7,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 6 00 | | | 200,0 | | | |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 15 | 19°,7 | 17°,8 | 201,6 | 1,6 | 6,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 21 | | | 200,0 | | | |
| | 6 36 | 19,7 | 17,8 | 201,5 | 1,5 | 6,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juillet 9 . . . | 6 40 | | | 100,0 | | | |
| | 6 55 | 19,7 | 17,8 | 101,8 | 1,8 | 7,20 | |
| | 7 10 | 19,6 | 17,8 | 103,5 | 1,7 | 6,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 7 17 | 19,6 | 17,8 | 200,0 | | | |
| | 7 47 | 19,6 | 17,8 | 204,0 | 4,0 | 8,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Interruption. |
| | 7 50 m. | | | | | | Arrosage ; 100 cc. d'eau. |
| | 2 25 s. | 20,0 | 17,7 | 100,0 | | | |
| | 2 55 | 20,1 | 17,7 | 103,0 | 3,0 | 6,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 00 | | | 100,0 | | | |
| | 3 15 | 19,8 | 17,7 | 101,8 | 1,8 | 7,20 | |
| | 3 30 | 19,9 | 17,7 | 103,1 | 1,3 | 5,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juillet 10 . . | 3 31 | | | 100,0 | | | |
| | 3 46 | 20,0 | 17,7 | 101,8 | 1,8 | 7,20 | |
| | 4 16 | 20,0 | 17,7 | 104,0 | 2,2 | 4,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 4 30 | | | 200,0 | | | |
| | 4 45 | 19,9 | 17,7 | 201,2 | 1,2 | 4,80 | |
| | 5 05 | 19,9 | 17,7 | 202,5 | 1,3 | 3,90 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 07 | 19,8 | 17,7 | 300,0 | | | |
| | 6 17 | 19,9 | 17,7 | 301,2 | 1,2 | 7,20 | |
| | 6 22 | | | 301,7 | 0,5 | 6,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 25 | 19,9 | 17,7 | 300,0 | | | |
| | 6 40 | 19,9 | 17,7 | 301,5 | 1,5 | 6,0 | |
| Juillet 10 . . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 45 | | | 100,0 | | | |
| | 7 00 | 19,8 | 17,7 | 102,0 | 2,0 | 8,0 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 7 04 | | | 300,0 | | | |
| | 7 34 | 19,8 | 17,7 | 302,2 | 2,2 | 4,40 | |
| | 7 49 | 19,8 | 17,7 | 303,1 | 0,9 | 3,60 | |

---

### 32. Dahlia spec.

Plante cultivée dans un vase qui mesure 13 cent. sur 14,25 centimètres. La tige se divise en trois branches; elles mesurent à partir de la terre, 550 mm., 560 mm. et 570 mm. ; la première quitte le tronc principal à 280 mm. du sol, la seconde à 340 mm. Diamètre de la tige sous la première ramification, 12,5 sur 12,5 mm., sous la seconde, 8 sur 7,5 mm. — Il y a trente-cinq feuilles ; les plus grandes parmi les feuilles composées mesurent 120 mm. sur 120 mm., pétiole 45 mm. ; les six feuilles simples mesurent 115 mm. sur 80 mm., pétiole 60 mm. Plusieurs boutons de fleurs sont assez avancés; le diamètre du plus gros est de 14,5 mm. — Le système des racines est magnifique, il recouvre toutes les parois du vase. Le volume des tubercules est de 40 000 mm. cubes environ, celui des racines proprement dites, desséchées, de 4000 mm. cubes[1].

[1] Volume du fragment inférieur de la tige : 1000 mm. cubes.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| La décapitation a lieu à 30 mm. au-dessus de la surface de la terre. La plante est adaptée au manomètre. La pression est donnée par une colonne d'eau. — Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20,0. | | | | | | | |
| | 5 30 s. | 20°,4 | 18°,4 | | | | Décapitation. |
| | 5 55 | 20,4 | 18,4 | | | | Arrosage ; 100 cc. d'eau. |
| | 6 20 | 20,4 | 18,5 | 55,0 | | | |
| | 6 30 | 20.4 | 18,5 | 55,5 | 0,5 | 3,00 | |
| | 7 45 | 20,1 | 17,9 | 57,0 | 1,5 | 1,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau de pression. |
| | 8 10 | 20,2 | 17,7 | 167,0 | | | |
| Juillet 3 . . . | 8 15 | 20,2 | 17,6 | 168,1 | 1,1 | 13,20 | |
| | 8 24 | 20,1 | 17,5 | 169,1 | 1,0 | 6,66 | |
| | 8 30 | 19,9 | 17,5 | 169,5 | 0,4 | 4,00 | |
| | 8 35 | 19,8 | 17,5 | 170,5 | 1,0 | 12.00 | |
| | 8 40 | 19,8 | 17,5 | 171,1 | 0,6 | 7.20 | |
| | 8 45 | 19,8 | 17,5 | 171,6 | 0,5 | 6.00 | |
| | 8 50 | 19,8 | 17,5 | 172,0 | 0,4 | 4,80 | |
| | 10 45 | 18,8 | 17,0 | 181,0 | 9,0 | 4,68 | |
| | 7 00 m. | 19,8 | 17,3 | 246,8 | 65,8 | 7,97 | |
| | 7 30 | 19,8 | 17,4 | 250,0 | 3,2 | 6.40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Juillet 4 . . . | 7 34 | 19,8 | 17,4 | 167,0 | | | |
| | 7 39 | 19.8 | 17,4 | 168.1 | 1,1 | 13,20 | |
| | 8 00 | 19,8 | 17,4 | 171.8 | 3,7 | 10,80 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 10 | 19,8 | 17,4 | 173,2 | | 1,4 | 8,40 | |
| | 8 20 | 19,8 | 17,4 | 175,0 | | 1,8 | 10,80 | |
| | 8 30 | 19,8 | 17,4 | 176,6 | | 1,6 | 9,60 | |
| | 8 40 | 19,9 | 17,4 | 178,2 | | 1,6 | 9,60 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'élève le niveau. |
| | 8 46 | 20,0 | 17,5 | 600,0 | | | | |
| | 8 51 | 20,0 | 17,5 | 601,5 | | 1,5 | 18,00 | |
| | 9 11 | 20,1 | 17,5 | 604,4 | | 2,9 | 8,70 | |
| | 9 16 | 20,1 | 17,5 | 605,1 | | 0,7 | 8,40 | |
| | 9 21 | 20,1 | 17,5 | 605,9 | | 0,8 | 9,60 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'élève le niveau |
| | 9 23 | 20,1 | 17,5 | 1000 0 | | | | |
| | | | | 998.0 | — | 2,0 | ? | Chute instantanée. |
| | — | — | — | — | | — | — | Je relève le niveau. |
| | 9 25 | 20,1 | 17,5 | 1000,0 | | | | |
| | 9 30 | 20,0 | 17,5 | 1000,8 | + | 0,8 | 9,60 | |
| Juillet 4 . . . | 9 35 | 20,0 | 17,5 | 1001,2 | | 0,4 | 4,80 | |
| | 9 50 | 20,0 | 17,5 | 1003,0 | | 1,8 | 7,20 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 02 | 20,0 | 17,5 | 200,0 | | | | |
| | | | | 206,0 | | 6,0 | ? | Hausse instantanée. |
| | — | — | — | — | | — | — | Je rabaisse le niveau. |
| | 10 08 | 20,0 | 17,5 | 200,0 | | | | |
| | 10 18 | 20,0 | 17,5 | 203.1 | | 3,1 | 18,60 | |
| | 10 28 | 20,0 | 17,5 | 205,0 | | 1,9 | 11,40 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'élève le niveau. |
| | 10 29 | 20,0 | 17,5 | 1000,0 | | | | |
| | | | | 998,5 | — | 1,5 | ? | Chute instantanée. |
| | — | — | — | — | | — | — | Je relève le niveau. |
| | 10 30 | 20,0 | 17,5 | 1000,0 | | | | |
| | 10 35 | 20,0 | 17,5 | 1000,8 | + | 0,8 | 9,60 | |
| | 10 45 | 20,0 | 17,5 | 1002,1 | | 1,3 | 7,80 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 50 | 20°,1 | 17°,6 | 200,0 | | | |
| | | | | 205,5 | 5,5 | ? | Hausse instantanée. |
| | — | — | — | — | — | — | Je rabaisse le niveau. |
| | 10 53 | 20,1 | 17,7 | 200,0 | | | |
| | 10 58 | 20,1 | 17,8 | 202,0 | 2,0 | 24,00 | |
| | 11 08 | 20,1 | 17,8 | 204,0 | 2,0 | 12,00 | |
| | 11 18 | 20,2 | 17,9 | 205,8 | 1,8 | 10,80 | |
| | 11 28 | 20,2 | 17,9 | 207,3 | 1,5 | 9,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 11 29 | 20,2 | 17,9 | 1000,0 | | | |
| | | | | 996,0 | — 4,0 | ? | Chute instantanée. |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 11 31 | 20,2 | 17,9 | 1000,0 | | | |
| Juillet 4 . . . | 11 36 | 20,2 | 17,9 | 1000,2 | + 0,2 | 2,40 | |
| | 11 41 | 20,2 | 17,9 | 1000,9 | 0,7 | 8,40 | |
| | 11 46 | 20,2 | 17,9 | 1001,3 | 0,4 | 4,80 | |
| | 11 51 | 20,2 | 17,9 | 1002,1 | 0,8 | 9,60 | |
| | 11 56 | 20,2 | 17,9 | 1002,6 | 0,5 | 6,00 | |
| | 12 01 s. | 20,2 | 17,9 | 1003,1 | 0,5 | 6,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 12 05 | 20,2 | 17,9 | 1100,0 | | | |
| | 12 10 | 20,2 | 17,9 | 1100,7 | 0,7 | 8,40 | |
| | 12 20 | 20,2 | 18,0 | 1101,8 | 1,1 | 6,60 | |
| | 12 30 | 20,3 | 18,0 | 1102,9 | 1,1 | 6,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | Ici l'expérience est interrompue, et la plante laissée sous une pression de 5 mm. d'eau. |
| | 1 50 | | | | | | Arrosage; 100 cc. d'eau. |
| | 2 40 | 20,4 | 17,9 | 1692,0 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1767.0 | | 75,0 | ? | Hausse instantanée. |
| | — | — | — | — | | — | — | Je rabaisse le niveau. |
| | 2 50 | 20,4 | 17,9 | 1700,0 | | | | |
| | 2 55 | 20,4 | 17,9 | 1701,2 | | 1,2 | 14,40 | |
| | 3 00 | 20,4 | 17,9 | 1702,5 | | 1,3 | 15,60 | |
| | 3 05 | 20,4 | 17,9 | 1703,5 | | 1,0 | 12,00 | |
| | 3 10 | 20,4 | 17,9 | 1704,4 | | 0,9 | 10,80 | |
| | 3 15 | 20,4 | 17,9 | 1705,2 | | 0,8 | 9,60 | |
| | 3 20 | 20,4 | 17,9 | 1706,3 | | 1,1 | 13.20 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'élève le niveau. |
| | 3 22 | 20,4 | 17,9 | 2200,0 | | | | |
| | | | | 2157,0 | — | 43,0 | ? | Chute instantanée. |
| | — | — | — | — | | — | — | Je relève le niveau. |
| | 3 24 | 20,4 | 17,9 | 2200.0 | | | | |
| | 3 29 | 20,4 | 17,9 | 2198,7 | — | 1,3 | — 15,60 | |
| | 3 34 | 20,4 | 17,9 | 2198,8 | + | 0,1 | + 1,20 | |
| Juillet 4 . . . | 3 39 | 20,4 | 17,9 | 2199,4 | | 0,6 | 7,20 | |
| | 3 44 | 20,4 | 17,9 | 2200,1 | | 0,7 | 8.40 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'élève le niveau. |
| | 3 45 | 20,4 | 17,9 | 2210,0 | | | | |
| | 3 50 | 20,4 | 17,9 | 2210,8 | | 0,8 | 9,60 | |
| | 3 55 | 20,4 | 17,9 | 2211,5 | | 0,7 | 8,40 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau *lentement*. |
| | 4 03 | 20,5 | 17,9 | 200,0 | | | | |
| | 4 05 | 20,5 | 17,9 | 201,3 | | 1,3 | 39.00 | |
| | 4 10 | 20,5 | 17,9 | 203,4 | | 2,1 | 25,20 | |
| | 4 15 | 20,5 | 17,9 | 205,1 | | 1,7 | 20,40 | |
| | 4 20 | 20,5 | 17,9 | 206,9 | | 1,8 | 21,60 | |
| | 4 25 | 20,5 | 17.9 | 208.5 | | 1,6 | 19,20 | |
| | 4 30 | 20,5 | 17,9 | 209,9 | | 1,4 | 16,80 | |
| | 4 35 | 20.5 | 17.9 | 212,0 | | 2,1 | 25,20 | |
| | 4 40 | 20,6 | 17,9 | 213,3 | | 1,3 | 15,60 | |
| | 4 45 | 20,5 | 17,9 | 215,0 | | 1,7 | 20,40 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 55 | 20°,5 | 17°,8 | 218,1 | 3,1 | 18,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève *très lentement* le niveau. |
| | 5 07 | 20.6 | 17,8 | 2200,0 | | | |
| | 5 15 | 20,6 | 17,8 | 2198,1 | — 1.9 | — 14,25 | |
| | 5 20 | 20,7 | 17,8 | 2197,9 | — 0,2 | — 2,40 | |
| | 5 25 | 20,7 | 17,8 | 2198,1 | + 0,2 | + 2,40 | |
| | 5 30 | 20,7 | 17,8 | 2198,1 | 0.0 | 0,00 | |
| | 5 35 | 20,7 | 17,8 | 2198,3 | + 0,2 | + 2,40 | |
| | 5 45 | 20,7 | 17,8 | 2199,1 | 0.8 | 4,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 47 | 20,7 | 17,8 | 2300.0 | | | |
| Juillet 4 . . . | 5 57 | 20,7 | 17,8 | 2299.8 | — 0,2 | — 1.20 | |
| | 6 07 | 20,7 | 17,8 | 2300,5 | + 0,7 | + 4,20 | |
| | 6 17 | 20.6 | 17,8 | 2301.1 | 0,6 | 3.60 | |
| | 6 22 | 20,7 | 17,8 | 2301,5 | 0,4 | 4,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse très lentement le niveau. |
| | 6 48 | 20,8 | 17.9 | 200,0 | | | |
| | 6 58 | 20,8 | 17,9 | 203,1 | 3,1 | 31,00 | |
| | 7 28 | 20.7 | 17,9 | 210.2 | 7,1 | 14.20 | |
| | 7 48 | 20,6 | 17,8 | 215,0 | 4,8 | 14,40 | |
| | 9 43 | 20,0 | 17,7 | 231,5 | 23,5 | 12,26 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 45 | 20,0 | 17,7 | 200,0 | | | |
| Juillet 5 . . . | 4 45 m. | 19,8 | 17.7 | 291,6 | 91,6 | 13,08 | |
| | 12 00 midi | 20.5 | 17,5 | 459,4 | 167,8 | 5,37 | |
| Juillet 6 . . . | 12 10 s. | | | | | | Arrosage; 100 cc. d'eau. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 20 | 20.5 | 17,6 | 200,0 | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 35 | 20,5 | 17,5 | 204,0 | 4,0 | 16,00 | |
| | 1 50 | 20,6 | 17,5 | 217,5 | 13,5 | 10,80 | |
| | 3 00 | 20,6 | 17,5 | 233,0 | 15,5 | 13,28 | |
| | 7 30 | 20,1 | 17,5 | 279,0 | 46,0 | 10,22 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 35 | 20,1 | 17,5 | 200,0 | | | |
| | 8 20 | 20,0 | 17,5 | 207,0 | 7,0 | 9,33 | |
| Juillet 6 . . . | 8 35 | 20,1 | 17,5 | 209,6 | 2,6 | 10,40 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 8 38 | 20,1 | 17,5 | 400,0 | | | |
| | 8 53 | 20,1 | 17,5 | 401,9 | 1,9 | 7,60 | |
| | 9 08 | 20,1 | 17,5 | 403,8 | 1,9 | 7,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 13 | 20,1 | 17,5 | 200,0 | | | |
| | 9 28 | 20,2 | 17,5 | 202,5 | 2,5 | 10,00 | |
| Juillet 7 . . . | 8 52 m. | 20,1 | 17,5 | 280,2 | 77,7 | 6,76 | |

Pendant la journée du 7 juillet la plante a été laissée sous la pression de 0,0; le 8 juillet, elle aspire l'eau à toutes les pressions, même à celle de 3 mm. d'eau. — A la place du manomètre, j'adapte sur la section un tube vertical; le 9 juillet le niveau commence à remonter, le 10 il atteint 150 mm., le 11 il dépasse 200 mm.

---

### 33. Ficus elastica.

Plante d'âge incertain, cultivée dans un vase mesurant 12 centimètres en hauteur, et 15 en largeur maximum. Hauteur de la tige depuis la surface de la terre jusqu'à l'origine de la dernière feuille : 370 mm.; diamètre entre 7 mm. et 10 mm. — Cette plante porte douze feuilles, dont la plus grande mesure 240 mm. sur 100 mm., pétiole 75 mm.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| La décapitation a lieu à 30 mm. au-dessus de la surface du sol. Un tube vertical a été adapté à la surface de section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 4,5. | | | | | | | |
| | | ° | ° | | | | |
| Avril 13 . . . | 8 45 s. | | | | | | Décapitation. |
| | 9 00 | 17,3 | 15,2 | 35,5 | | | |
| | 10 00 | 17,5 | 15.3 | 37,5 | 2,0 | 2,00 | |
| Avril 14 . . . | 6 00 m. | 16,5 | 14,4 | 48,2 | 10,7 | 1,34 | |
| | 7 00 | 17,2 | 14,5 | 49,2 | 1,0 | 1,00 | |
| | 8 00 | 17,3 | 14,6 | 50,1 | 0,9 | 0,90 | |
| | 9 00 | 17.4 | 14.7 | 51,1 | 1,0 | 1,00 | A 9 h. 30 m. arrosage. |
| | 10 00 | 17,0 | 15,0 | 52,4 | 1,3 | 1,30 | |
| | 11 00 | 17,2 | 15,1 | 53,5 | 1,1 | 1,10 | |
| | 1 00 s. | 16.9 | 14,9 | 55.5 | 2,0 | 1,00 | |
| | 2 00 | 17,2 | 14,9 | 56.8 | 1,3 | 1.30 | |
| | 3 00 | 17,3 | 14,9 | 57,6 | 0,8 | 0,80 | |
| | 4 00 | 17,1 | 15,1 | 58,4 | 0,8 | 0,80 | |
| | 5 00 | 16,7 | 15,1 | 59,2 | 0,8 | 0,80 | |
| | 6 00 | 16,7 | 15,1 | 59,8 | 0,6 | 0,60 | |
| | 7 00 | 16,2 | 14,9 | 60,6 | 0,8 | 0,80 | |
| | 8 00 | 16,1 | 15,0 | 61,6 | 1,0 | 1,00 | |
| | 9 00 | 16,4 | 15,1 | 62,0 | 0,4 | 0,40 | |
| | 10 00 | 16,3 | 15,2 | 62,5 | 0,5 | 0,50 | |
| Avril 15 . . . | 6 00 m. | 15,5 | 13.6 | 66,0 | 3,5 | 0,44 | |
| | 7 00 | 16,7 | 13,8 | 66,4 | 0,4 | 0,40 | |
| | 9 00 | 19,0 | 15,4 | 67,0 | 0,6 | 0,30 | A 9 h. 30 m. arrosage. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 15 . . . | 10 00 | 18,5 | 16,2 | 67,3 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 12 00 | 18,4 | 16,1 | 68,2 | | 0,9 | | 0,45 | |
| | 1 00 s. | 18,3 | 16,1 | 68,5 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 3 00 | 18,1 | 16,0 | 69,1 | | 0,6 | | 0,30 | |
| | 4 00 | 18,3 | 15,9 | 70,0 | | 0,9 | | 0,90 | |
| | 5 00 | 18,2 | 15,9 | 70,4 | | 0,4 | | 0,40 | |
| | 7 00 | 18,0 | 15,6 | 70,6 | | 0,2 | | 0,10 | |
| | 9 00 | 18,3 | 15,5 | 71,0 | | 0,4 | | 0,20 | |
| | 10 00 | 18,4 | 15,5 | 71,3 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 8 00 m. | 16,9 | 14,7 | 72,0 | | 0,7 | | 0,07 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Ici j'ai interrompu l'expérience pour enlever une mince tranche de la tige. |
| Avril 16 . . . | 8 30 | | | 34,9 | | | | | |
| | 9 00 | 17,2 | 15,1 | 36,9 | | 2,0 | | 4,00 | Pas d'arrosage ce jour. |
| | 10 15 | 17,4 | 15,5 | 37,5 | | 0,6 | | 0,48 | |
| | 11 00 | 17,5 | 15,5 | 37,8 | | 0,3 | | 0,40 | |
| | 12 00 | 17,9 | 15,5 | 38,0 | | 0,2 | | 0,20 | |
| | 2 00 s. | 17,3 | 15,5 | 38,4 | | 0,4 | | 0,20 | |
| | 3 00 | 17,2 | 15,1 | 38,7 | | 0,3 | | 0,30 | |
| | 4 10 | 17,1 | 15,1 | 38,7 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 5 00 | 17,3 | 15,1 | 39,0 | | 0,3 | | 0,36 | |
| | 6 00 | 17,5 | 15,3 | 39,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 7 00 | 18,3 | 15,3 | 39,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 8 00 | 17,5 | 15,3 | 39,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 10 00 | 17,6 | 15,5 | 39,5 | | 0,5 | | 0,25 | |
| | 2 00 m. | 15,3 | 14,5 | 39,0 | — | 0,5 | — | 0,12 | |
| | 6 00 | 15,4 | 14,5 | 39,2 | + | 0,2 | + | 0,05 | A 7 h. 45 m. arrosage. |
| Avril 17 . . . | 9 00 | 16,5 | 15,1 | 39,8 | | 0,6 | | 0,20 | |
| | 1 00 s. | 16,6 | 15,2 | 41,2 | | 1,4 | | 0,37 | |
| | 3 00 | 16,7 | 15,3 | 41,3 | | 0,1 | | 0,05 | |
| | 5 00 | 16,3 | 15,5 | 41,6 | | 0,3 | | 0,15 | |
| | 8 00 | 15,7 | 15,2 | 41,9 | | 0,3 | | 0,10 | |
| Avril 18 . . . | 6 00 m. | 16,8 | 14,9 | 42,0 | | 0,1 | | 0,01 | |
| | 7 00 | 17,4 | 14,6 | | | | | | Arrosage. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |
| Avril 18 . . . | 10 00 | 18°,4 | 15°,6 | 42,2 | 0,2 | 0,05 | |
| | 1 00 s. | 18,2 | 15.6 | 43,0 | 0,8 | 0.27 | |
| | 4 30 | 17,4 | 14,6 | 43,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 8 00 | 17,9 | 15,2 | 43,4 | 0,4 | 0,11 | |
| Avril 19 . . . | 2 00 m. | 15,7 | 15,0 | 43,8 | 0,4 | 0,06 | |

A partir de ce moment la colonne d'eau est restée immobile ; ni l'arrosage, ni les brusques élévations de température ne l'ont fait bouger.

---

### 34. Ficus elastica.

Plante cultivée dans un vase mesurant 13 sur 15 centimètres, dans une terre légère. La tige mesure 440 mm. à partir de la surface de la terre ; son diamètre varie entre 7 et 9 mm. — Il y a neuf feuilles et 16 cicatrices de feuilles tombées. La longueur des feuilles varie entre 180 et 200 mm., leur largeur entre 80 et 90 mm.

La décapitation a lieu à 375 mm. au-dessus du niveau de la terre, de sorte que deux feuilles restent encore attachées à la tige, sous la surface de section. — Plus tard cette plante a été de nouveau décapitée, et cette fois au-dessous de ces deux feuilles, à 270 mm. de la surface de la terre[1].

Digitized by Google

Le moignon est adapté à un manomètre. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20,0.

Les durées d'une minute, ou de fractions de minute, sont prises avec l'aiguille à secondes.

[1] Voir le tableau des observations du 13 février.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 30 m. | | | | | | Décapitation. |
| | 12 37 s. | 18,2 | 15,0 | 0,0 | | | Hausse instantanée à 117,0. |
| | 12 37 1/2 | | | 142,0 | 142,0 | 17040,00 | Équivaut à 340800,0 mm. cubes d'eau. |
| | 12 39 | | | 151,0 | 9,0 | 360,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau sans interrompre la communication. |
| | 12 41 3/4 | | | 0,0 | | | |
| | 12 42 | 18,0 | 14,9 | 3,0 | 3,0 | 720,00 | |
| | 12 43 | | | 6,3 | 3,3 | 198,00 | |
| | 1 28 | 17,0 | 14,7 | 24,2 | 17,9 | 23,87 | |
| | 1 42 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet de communication avec la plante et abaisse le niveau. |
| Février 10. | 1 43 | | | 0,0 | | | Je l'ouvre. Hausse instantanée à 6,0. |
| | 1 43 1/2 | | | 7.5 | 7,5 | 900,00 | |
| | 1 44 1/2 | | | 8,1 | 0,6 | 36.00 | |
| | 1 45 1/2 | 17,0 | | 8,3 | 0,2 | 12,00 | |
| | 1 46 1/2 | | 14,6 | 8,5 | 0,2 | 12,00 | |
| | 1 47 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et abaisse le niveau. |
| | 1 48 | | | 0,0 | | | Je l'ouvre. Hausse instantanée à 2,2. |
| | 1 48 1/2 | | | 2,9 | 2,9 | 348,00 | |
| | 1 49 | | | 3,1 | 0,2 | 24,00 | |
| | 1 50 | 17,0 | 14,5 | 3,2 | 0,1 | 6,00 | |
| | 1 54 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et abaisse le niveau. |
| | 1 55 | | | 0,0 | | | Je l'ouvre. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 1 57 | | | 2,0 | 2,0 | 60,00 | Hausse instantanée à 1,2. |
| | 1 57 1/2 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et abaisse le niveau. |
| | 1 58 | | | 0,0 | | | |
| | 1 59 | | | 0,8 | 0,8 | 48,00 | Hausse instantanée à 0,3. |
| | 2 00 | — | — | — | — | — | J'élève le niveau très lentement, sans interrompre la communication avec la plante. |
| | 2 15 | 17,0 | 14,4 | 800,0 | | | |
| | 2 15 1/2 | | | 798,2 | — 1,8 | — 216,00 | |
| | 2 16 | | | 797,0 | — 1,2 | — 144,00 | |
| | 2 17 | | | 794,0 | — 3,0 | — 180,00 | |
| | 2 18 | | | 793,2 | — 0,8 | — 48,00 | |
| | 2 19 | | | 791,7 | — 1,5 | — 90,00 | |
| Février 10. | 2 20 | 17,0 | 14,4 | 790,3 | — 1,4 | — 84,00 | |
| | 2 22 | | | 788,1 | — 2,2 | — 66,00 | |
| | 2 23 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 2 24 | | | 800,0 | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 796,3. |
| | 2 25 | | | 794,0 | — 6,0 | — 360,00 | |
| | 2 26 | | | 793,0 | — 1,0 | — 60,00 | |
| | 2 27 | | | 792,2 | — 0,8 | — 48,00 | |
| | 2 28 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 2 28 1/2 | | | 800,0 | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 797,5. |
| | 2 29 1/2 | | | 797,0 | — 3,0 | — 180,00 | |
| | 2 30 | | | 796,6 | — 0,4 | — 48,00 | |
| | 2 30 1/2 | | | 796,1 | — 0,5 | — 60,00 | |
| | 2 31 | 17,0 | | 795,9 | — 0,2 | — 24,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 31 1/2 | | 14,0 | 795,5 | — | 0,4 | — | 48,00 | |
| | 2 32 1/2 | | | 794,8 | — | 0,7 | — | 42,00 | |
| | 2 33 1/2 | | | 794,2 | — | 0,6 | — | 36,00 | |
| | 2 34 | — | — | — | | — | | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 2 34 1/2 | | | 800,0 | | | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 798,3. |
| | 2 35 | | | 797,8 | — | 2,2 | — | 264,00 | |
| | 2 35 1/2 | | | 797,4 | — | 0,4 | — | 48,00 | |
| | 2 36 | | | 797,4 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 2 36 1/2 | | | 796,9 | — | 0,5 | — | 60,00 | |
| | 2 37 | | | 796,6 | — | 0,3 | — | 36,00 | |
| | 2 38 | | | 796,1 | — | 0,5 | — | 30,00 | |
| | 2 38 1/2 | | | 795,8 | — | 0,3 | — | 36,00 | |
| | 2 40 | — | — | — | | — | | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 2 40 1/2 | | | 800,0 | | | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 798,5. |
| Février 10. | 2 41 | | | 798,2 | — | 1,8 | — | 216,00 | |
| | 2 41 1/2 | | | 798,0 | — | 0,2 | — | 24,00 | |
| | 2 42 | | | 797,6 | — | 0,4 | — | 48,00 | |
| | 2 42 1/2 | | | 797,3 | — | 0,3 | — | 36,00 | |
| | 2 43 1/2 | 17,0 | | 796,9 | — | 0,4 | — | 24,00 | |
| | 2 44 1/2 | | 14,0 | 796,5 | — | 0,4 | — | 24,00 | |
| | 2 48 | — | — | — | | — | | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 2 48 1/2 | | | 800,0 | | | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 798,6. |
| | 2 49 | | | 798,3 | — | 1,7 | — | 204,00 | |
| | 2 49 1/2 | | | 798,0 | — | 0,3 | — | 36,00 | |
| | 2 50 | | | 797,8 | — | 0,2 | — | 24,00 | |
| | 2 50 1/2 | | | 797,6 | — | 0,2 | — | 24,00 | |
| | 2 51 1/2 | | | 797,3 | — | 0,3 | — | 18,00 | |
| | 2 52 1/2 | | | 797,0 | — | 0,3 | — | 18,00 | |
| | 3 07 1/2 | 17,0 | 14,0 | 793,0 | — | 4,0 | — | 16,00 | |
| | 3 17 1/2 | 17,0 | 14,0 | 790,9 | — | 2,1 | — | 12,60 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 32½ | 17°,0 | 14°,0 | 788,2 | — 2,7 | — 10,80 | |
| | 3 36 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 3 37 | | | 800,0 | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à 797,0. |
| | 3 37½ | | | 796,5 | — 3,5 | — 420,00 | |
| | 3 38 | | | 796,2 | — 0,3 | — 36,00 | |
| | 3 38½ | | | 796,1 | — 0,1 | — 12,00 | |
| | 3 39 | | | 796,0 | — 0,1 | — 12,00 | |
| | 3 40 | | | 795,8 | — 0,2 | — 12,00 | |
| | 3 41 | | | 795,7 | — 0,1 | — 6,00 | |
| | 3 47 | — | — | — | — | — | J'élève le niveau sans fermer le robinet. |
| | 3 47¼ | | | 800,0 | | | |
| | 3 48 | 16,9 | | 799,5 | — 0,5 | — 40,00 | |
| Février 10. | 3 49 | | 14,0 | 799,4 | — 0,1 | — 6,00 | |
| | 3 50 | | | 799,3 | — 0,1 | — 6,00 | |
| | 3 51 | | | 799,1 | — 0,2 | — 12,00 | |
| | 3 52 | | | 799,0 | — 0,1 | — 6,00 | |
| | | | | | | | Je ferme le robinet sans changer le niveau. |
| | 3 52½ | | | 799,0 | 0,0 | 0,00 | Je l'ouvre. |
| | 3 53 | | | 799,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 3 55 | | | 799,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | | | | | | | Je referme le robinet et laisse la plante ainsi. |
| | 4 35½ | 17,0 | 13,9 | 799,0 | | | Je l'ouvre de nouveau. Chute instantanée à 794,8. |
| | 4 36½ | | | 794,3 | — 5,7 | — 342,00 | |
| | 4 38½ | | | 794,1 | — 0,2 | — 6,00 | |
| | 4 39½ | | | 793,9 | — 0,2 | — 12,00 | |
| | 4 40½ | | | 793,8 | — 0,1 | — 6,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 41 | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau lentement. |
| | 4 45 | 17,0 | 13,9 | 700,0 | | | | | |
| | 4 46 | | | 700,3 | + | 0,3 | + | 18,00 | |
| | 4 47 | | | 700,9 | | 0.6 | | 36,00 | |
| | 4 49 | | | 701,2 | | 0,3 | | 9,00 | |
| | 4 50 | | | 701,4 | | 0,2 | | 12,00 | |
| | 4 52 | — | — | — | | — | | — | Je relève le niveau lentement. |
| | 4 54 | | | 750,0 | | | | | |
| | 4 55 | 17,0 | | 749,1 | — | 0,9 | — | 54,00 | |
| | 4 56 | | 13,8 | 749,0 | — | 0,1 | — | 6,00 | |
| | 4 57 | | | 748,8 | — | 0,2 | — | 12,00 | |
| | 4 58 | | | 748,4 | — | 0,4 | — | 24,00 | |
| | 4 59 | | | 748,2 | — | 0,2 | — | 12,00 | |
| | 5 04 | | | 747,9 | — | 0,3 | — | 3,60 | |
| | 5 09 | 17,1 | | 747,4 | — | 0,5 | — | 6,00 | |
| | 5 14 | | 13,8 | 747,1 | — | 0,3 | — | 3,60 | |
| Février 10 . . | 5 44 | | | 745,5 | — | 1,6 | — | 3,20 | |
| | 5 49 | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau lentement. |
| | 5 50 1/2 | | | 725,5 | | | | | |
| | 5 51 | | | 725,6 | + | 0,1 | + | 12,00 | |
| | 5 51 1/2 | | | 725,6 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 5 52 | | | 725,8 | | 0.2 | | 24,00 | |
| | 5 53 | 17,2 | | 725,9 | | 0,1 | | 6,00 | |
| | 5 54 | | 13,7 | 726,0 | | 0,1 | | 6,00 | |
| | 5 55 | | | 726,1 | | 0,1 | | 6,00 | |
| | 6 05 | 17,1 | 13,6 | 725,8 | — | 0,3 | — | 1,80 | |
| | 6 10 | 17,2 | | 725,7 | — | 0,1 | — | 1,20 | |
| | 6 20 | 17,2 | | 725,3 | — | 0,4 | — | 2,40 | |
| | 6 30 | 17,3 | 13,6 | 725,0 | — | 0,3 | — | 1,80 | |
| | 6 32 | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau lentement. |
| | 6 34 | | | 700,0 | | | | | |
| | 6 36 | | | 700.2 | + | 0,2 | + | 6,00 | |
| | 6 40 | 17,2 | 13,6 | 700,5 | | 0,3 | | 4,50 | |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 45 | 17°,2 | 13°,6 | 700,7 | 0,2 | 2,40 | |
| | 6 50 | 17,2 | 13,6 | 700,7 | 0,0 | 0,00 | |
| | 6 51 | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau lentement. |
| | 6 57 1/2 | | | 0,0 | | | |
| | 6 58 | | | 3,0 | 3,0 | 360.00 | |
| | 6 58 1/2 | | | 4.5 | 1.5 | 180,00 | |
| | 6 59 | | | 6,2 | 1,7 | 204,00 | |
| | 7 00 | | | 8,9 | 2,7 | 162,00 | |
| | 7 01 | | | 11,0 | 2,1 | 126.00 | |
| Février 10. . | 7 02 | 17,2 | | 13,0 | 2,0 | 120.00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 7 04 | | 13,6 | 0,0 | | | |
| | 8 14 | 17,0 | 13,8 | 25,0 | 25,0 | 21,42 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 16 | | | 0,0 | | | |
| | 8 17 | | | 1,0 | 1,0 | 60.00 | |
| | 8 19 | 17,0 | 13,8 | 1,9 | 0,9 | 27,00 | |
| | 9 34 | 16,0 | 13,8 | 7,6 | 5,7 | 4.56 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 35 | | | 0,0 | | | |
| | 7 05 m. | 16,3 | 13,9 | 8,9 | 8,9 | 0,93 | |
| | 9 05 | 16,0 | 13,8 | 10,9 | 2,0 | 1,00 | |
| | 10 45 | 16,3 | 13,7 | 10,9 | 0,0 | 0,00 | |
| Février 11. . | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 48 | | | —103,0 | | | |
| | 10 48 1/2 | | | —100,9 | + 2,1 | + 252,00 | |
| | 10 49 | | | — 99,9 | 1,0 | 120,00 | |
| | 10 49 1/2 | | | — 99,2 | 0,7 | 84,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 50 | 16,4 | 13,7 | — 98,7 | | 0,5 | | 60.00 | |
| | 10 50 1/2 | | | — 98,2 | | 0,5 | | 60.00 | |
| | 10 51 | | | — 97,8 | | 0,4 | | 48,00 | |
| | 10 51 1/2 | | | — 97,5 | | 0,3 | | 36,00 | |
| | 10 52 | | | — 97,3 | | 0,2 | | 24,00 | |
| | 10 52 1/2 | | | — 97,0 | | 0,3 | | 36.00 | |
| | 10 53 | | | — 96,8 | | 0,2 | | 24,00 | |
| | 10 53 1/2 | | | — 96,7 | | 0,1 | | 12,00 | |
| | 10 54 | | | — 96,3 | | 0,4 | | 48,00 | |
| | 10 54 1/2 | | | — 96,1 | | 0,2 | | 24,00 | |
| | 10 55 | | | — 95,9 | | 0,2 | | 24,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 56 | | | —100,0 | | | | | |
| | 10 56 1/2 | | | — 99,7 | + | 0,3 | + | 36,00 | |
| | 10 57 | | | — 99,5 | | 0,2 | | 24,00 | |
| | 10 57 1/2 | | | — 99,0 | | 0,5 | | 60,00 | |
| Février 11 . . | 10 58 | | | — 98,7 | | 0,3 | | 36,00 | |
| | 10 58 1/2 | | | — 98,6 | | 0,1 | | 12,00 | |
| | 10 59 | | | — 98,3 | | 0,3 | | 36,00 | |
| | 10 59 1/2 | | | — 98,2 | | 0,1 | | 12,00 | |
| | 11 00 | 16,6 | 13,7 | — 98,0 | | 0,2 | | 24,00 | |
| | 11 30 | 16,7 | 13,7 | — 94,7 | | 3,3 | | 6,60 | |
| | 11 45 | 17,0 | 13,8 | — 93,8 | | 0,9 | | 3,60 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 03 s. | 17,2 | 13,9 | —300,0 | | | | | |
| | 12 03 1/2 | | | —295,0 | + | 5,0 | + | 600,00 | |
| | 12 04 | | | —292,0 | | 3,0 | | 360,00 | |
| | 12 04 1/2 | | | —289,9 | | 2,1 | | 252,00 | |
| | 12 05 | | | —288,1 | | 1,8 | | 216,00 | |
| | 12 05 1/2 | | | —286,5 | | 1,6 | | 192,00 | |
| | 12 06 | | | —285,3 | | 1,2 | | 144,00 | |
| | 12 06 1/2 | | | —284,0 | | 1,3 | | 156,00 | |
| | 12 07 | | | —283,3 | | 0,7 | | 84,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 07 1/2 | ° | ° | —282,2 | 1,1 | 132,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 08 1/2 | | | —300,0 | | | |
| | 12 09 | | | —297,2 | + 2,8 | + 336,00 | |
| | 12 09 1/2 | | | —295,9 | 1,3 | 156,00 | |
| | 12 10 | | | —294,8 | 1,1 | 132,00 | |
| | 12 10 1/2 | | | —293,7 | 1,1 | 132,00 | |
| | 12 11 | | | —292,7 | 1,0 | 120,00 | |
| | 12 11 1/2 | | | —291 9 | 0,8 | 96,00 | |
| | 12 12 | | | —291,3 | 0,6 | 72,00 | |
| | 12 12 1/2 | | | —290,7 | 0,6 | 72,00 | |
| | 12 13 | | | —290,0 | 0,7 | 84,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| Février 11 . . | 12 15 | 17,4 | 14,0 | —300,0 | | | |
| | 12 16 | | | —298,0 | + 2,0 | 120,00 | |
| | 1 31 | | | —281,0 | 17,0 | 13,60 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 1 33 1/2 | 17,5 | 14,0 | —199,4 | | | |
| | 1 34 | | | —204,1 | — 4,6 | — 552,00 | |
| | 1 36 1/2 | | | —204,2 | — 0,1 | — 2,40 | |
| | 3 11 | 16,8 | 14,0 | —215,7 | — 11,5 | — 7,26 | |
| | — | — | | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 14 | | | —300,0 | | | |
| | 3 14 1/2 | | | —294,5 | + 6,5 | + 780,00 | |
| | 3 15 | | | —292,3 | 2,2 | 264,00 | |
| | 3 15 1/2 | | | —290,6 | 1,7 | 204,00 | |
| | 3 16 | | | —289,1 | 1,5 | 180,00 | |
| | 3 16 1/2 | | | —288,1 | 1,0 | 120,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 01 1/2 | 16,8 | 14,0 | —274,0 | | 14,1 | | 18,80 | |
| | 6 06 1/2 | 21,2 | 14,9 | —268,5 | | 5,5 | | 2,73 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève rapidement le niveau. |
| | 6 08 1/2 | | | —200,0 | | | | | Chute instantanée à — 195,0. |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 6 10 | | | —200,0 | | | | | |
| | 6 10 1/2 | | | —203,9 | — | 3,9 | — | 468,00 | |
| | 6 11 | | | —204,8 | — | 0,9 | — | 108,00 | |
| | 6 41 | 19,5 | 14,9 | —212,9 | — | 8,1 | — | 16,20 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 47 3/4 | | | —300,0 | | | | | |
| | 6 48 1/4 | | | —295,9 | + | 4,1 | + | 492,00 | |
| | 6 48 3/4 | | | —294,7 | | 1,2 | | 144,00 | |
| | 6 49 | | | —293,8 | | 0,9 | | 216,00 | |
| Février 11. . | 6 50 | | | —291,8 | | 2,0 | | 120,00 | |
| | 6 51 | | | —290,3 | | 1,5 | | 90,00 | |
| | 6 52 | | | —289,6 | | 0,7 | | 42,00 | |
| | 6 53 | 21,2 | 15,0 | —288,4 | | 1,2 | | 72,00 | |
| | 6 54 | | | —287,7 | | 0,7 | | 42,00 | |
| | 6 55 | | | —287,2 | | 0,5 | | 30,00 | |
| | 6 56 | | | —286,5 | | 0,7 | | 42,00 | |
| | 6 57 | | | —286,1 | | 0,4 | | 24,00 | |
| | 6 58 | | | —285,8 | | 0,3 | | 18,00 | |
| | 6 59 | | | —285,1 | | 0,7 | | 42,00 | |
| | 7 00 | 20,5 | 15,0 | —284,8 | | 0,3 | | 18,00 | |
| | 11 00 | 17,0 | 14,8 | —271,9 | | 12,9 | | 3,22 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 08 | | | —300,0 | | | | | |
| | 11 09 | | | —298,1 | + | 1,9 | + | 114,00 | |
| | 11 10 | 16,9 | 14,7 | —296,9 | | 1,2 | | 72,00 | |
| Février 12. . | 9 00 m. | 17,0 | 14,5 | —282,9 | | 14,0 | | 1,40 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Février 12. | 9 01 | • | • | —300,0 | | | Hausse instantanée à — 296,0. |
| | 9 02 | | | —295,4 | + 4,6 | + 276,00 | |
| | 9 17 | 16,8 | 14,5 | —293,0 | 2,4 | 9,60 | |
| | 9 32 | 16,7 | 14,5 | —292,3 | 0,7 | 2,80 | |
| | 11 32 | 17,5 | 14,5 | —290,8 | 1,5 | 0,75 | |

Ici l'expérience fut interrompue et la plante laissée sous la pression positive d'une colonne d'eau haute de 200 à 300 mm.

---

J'ai décapité la tige de nouveau, à dix centimètres plus bas, enlevant ainsi les feuilles. La surface de section est maintenant à 270 mm. au-dessus de la surface de la terre.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Février 13. | 9 39 m. | 17,0 | 15,0 | 0,0 | | | Hausse instantanée à 60,0. |
| | 9 39 1/2 | | | 75,0 | 75,0 | 9000,00 | |
| | 9 40 | | | 77,5 | 2,5 | 300,00 | |
| | 9 40 1/2 | | | 79,1 | 1.6 | 192,00 | |
| | 9 41 | | | 80,0 | 0,9 | 108,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 43 | | | 300,0 | | | Chute instantanée à 245,0. |
| | 9 43 1/2 | | | 239,1 | — 60,9 | — 7308,00 | |
| | 9 44 | | | 237,1 | — 2,0 | — 240,00 | |
| | 9 45 | | | 235,6 | — 1.5 | — 90,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 47 1/2 | | | 400,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 360,0. |
| | 9 48 | | | 354,2 | — 45,8 | — 5496,00 | |
| | 9 48 1/2 | | 14,5 | 352,2 | — 2,0 | — 240,00 | |
| | 9 49 | 17,0 | | 351,2 | — 1,0 | — 120,00 | |
| | 9 49 1/2 | | | 350,3 | — 0,9 | — 108,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 50 1/2 | | | 600,0 | | | |
| | 9 51 | | | 540,0 | — 60,0 | — 7200,00 | |
| | 9 51 1/2 | | | 531,1 | — 8,9 | — 1068,00 | |
| | 9 52 | | | 528,5 | — 2,6 | — 312,00 | |
| | 9 52 1/2 | | | 526,5 | — 2,0 | — 240,00 | |
| | 9 53 | | | 525,5 | — 1,0 | — 120,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 9 54 1/2 | | | 700,0 | | | |
| Février 13. | | | | | | | Chute instantanée à 658,0. |
| | 9 55 | | | 651,2 | — 48,8 | — 5856,00 | |
| | 9 55 1/2 | | | 648,8 | — 2,4 | — 288,00 | |
| | 9 56 | | | 647,1 | — 1,7 | — 204,00 | |
| | 9 56 1/2 | | | 645,8 | — 1,3 | — 156,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 58 | | | 0,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 140,0. |
| | 9 58 1/4 | | | 162,0 | + 162,0 | + 38880,00 | |
| | 9 58 1/2 | | | 169,6 | 7,6 | 1824,00 | |
| | 9 58 3/4 | | | 172,5 | 2,9 | 696,00 | |
| | 9 59 | | | 175,0 | 2,5 | 600,00 | |
| | 10 02 | | | 183,0 | 8,0 | 160,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 03 1/2 | | | 0,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 45,0. |
| | 10 04 | | | 53,5 | 53,5 | 6420,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 04 1/2 | • | • | 56,2 | 2,7 | 324,00 | |
| | 10 05 | 17,0 | 14,6 | 57,7 | 1,5 | 180,00 | |
| | 10 05 1/2 | | | 59,0 | 1,3 | 156,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 10 08 | | | 300,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 243,0. |
| | 10 08 1/2 | | | 234,9 | — 65,1 | — 7812,00 | |
| | 10 09 | | | 232,8 | — 2,1 | — 252,00 | |
| | 10 09 1/2 | | | 231,9 | — 0,9 | — 108,00 | |
| | 10 10 | | | 231,2 | — 0,7 | — 84,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 10 12 | | | 400,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 360,0. |
| Février 13. | 10 12 1/2 | | | 353,9 | — 46,1 | — 5532,00 | |
| | 10 13 | | | 352,0 | — 1,9 | — 228,00 | |
| | 10 13 1/2 | 17,0 | | 351,0 | — 1,0 | — 120,00 | |
| | 10 14 | | 14,7 | 350,2 | — 0,8 | — 96,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 10 15 1/2 | | | 600,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 540,0. |
| | 10 16 | | | 531,9 | — 68,1 | — 8172,00 | |
| | 10 16 1/2 | | | 529,2 | — 2,7 | — 324,00 | |
| | 10 17 | | | 526,6 | — 2,6 | — 312,00 | |
| | 10 17 1/2 | | | 526,4 | — 0,2 | — 24,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 10 18 1/2 | | | 700,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 658,0. |
| | 10 19 | | | 652,0 | — 48,0 | — 5760,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 19 ½ | | | 649,5 | — | 2,5 | — | 300,00 | |
| | 10 20 | | | 648.1 | — | 1,4 | — | 168.00 | |
| | 10 20 ½ | | | 647,0 | — | 1,1 | — | 132,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 22 ½ | | | 0,0 | | | | | Hausse instantanée à 140,0. |
| | 10 23 | 17,0 | | 167.5 | + | 167,5 | + | 20100.00 | |
| | 10 23 ½ | | | 174,0 | | 6,5 | | 780,00 | |
| | 10 24 | | 14,8 | 177.0 | | 3,0 | | 360,00 | |
| | 10 24 ½ | | | 179,0 | | 2,0 | | 240,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 10 26 ½ | | | 700,0 | | | | | Chute instantanée à 580,0. |
| | 10 27 | | | 563,5 | — | 136,5 | — | 16380,00 | |
| | 10 27 ½ | | | 559,8 | — | 3,7 | — | 444,00 | |
| | 10 28 | | | 557,5 | — | 2,3 | — | 276,00 | |
| Février 13. . | 10 28 ½ | | | 555,8 | — | 1,7 | — | 204,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 31 | 17,0 | 14,8 | 0.0 | | | | | Hausse instantanée à 120,0. |
| | 10 31 ½ | | | 145,5 | + | 145,5 | + | 17460,00 | |
| | 10 32 | | | 150.5 | | 5,0 | | 600,00 | |
| | 10 32 ½ | | | 153,3 | | 2,8 | | 336.00 | |
| | 10 33 | | | 155,0 | | 1,7 | | 204.00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'élève le niveau. |
| | 10 35 | | | 700.0 | | | | | Chute instantanée à 580,0. |
| | 10 35 ½ | | | 557,0 | — | 143,0 | — | 17160,00 | |
| | 10 36 | | | 552,2 | — | 4,8 | — | 576.00 | |
| | 10 36 ½ | | | 549.4 | — | 2,8 | — | 336,00 | |
| | 10 37 | | | 548,0 | — | 1,4 | — | 168,00 | |
| | 10 37 ½ | | | 547,0 | — | 1,0 | — | 120,00 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | Je relève le niveau. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 39 | ° | ° | 700,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 664,0. |
| | 10 39 1/2 | | | 657,5 | — 42,5 | — 5100,00 | |
| | 10 40 | | | 655,9 | — 1,6 | — 192,00 | |
| | 10 40 1/2 | | | 654,4 | — 1,5 | — 180,00 | |
| | 10 41 | 16,7 | 14,7 | 653,3 | — 1,1 | — 132,00 | |
| | 10 51 | | | 644,5 | — 8,8 | — 52,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 10 52 1/2 | | | 700,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 687,0. |
| | 10 53 | | | 685,0 | — 15,0 | — 1800,00 | |
| | 10 53 1/2 | | | 684,0 | — 1,0 | — 120,00 | |
| | 10 54 | | | 683,4 | — 0,6 | — 72,00 | |
| Février 13. | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 10 55 1/2 | | | 700,0 | | | |
| | 10 56 1/2 | | | 698,8 | — 1,2 | — 72,00 | |
| | 11 16 1/2 | 16,5 | | 690,2 | — 8,6 | — 25,80 | |
| | 11 25 1/2 | 16,5 | 14,6 | 688,3 | — 1,9 | — 12,66 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 11 27 1/4 | | | 0,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 150,0. |
| | 11 27 1/2 | | | 175,0 | + 175,0 | + 42000,00 | |
| | 11 28 | | | 189,0 | 14,0 | 1680,00 | |
| | 11 28 1/4 | | | 192,5 | 3,5 | 840,00 | |
| | 11 28 3/4 | | | 196,3 | 3,8 | 456,00 | |
| | 11 29 1/4 | | | 199,0 | 2,7 | 324,00 | |
| | 11 29 3/4 | | | 201,0 | 2,0 | 240,00 | |
| | 11 30 1/4 | | | 203,0 | 2,0 | 240,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 31 | | | 204,6 | | 1,6 | 128,00 | |
| | 11 46 | 16,8 | 14,6 | 215,2 | | 10,6 | 42,40 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'élève le niveau. |
| | 11 50 | | | 700,0 | | | | |
| | | | | | | | | Chute instantanée à 590,0. |
| | 11 50 1/2 | | | 575,0 | — | 125,0 | — 15000,00 | |
| | 11 51 | | | 569,8 | — | 5,2 | — 624,00 | |
| | 11 51 1/2 | | | 567,2 | — | 2,6 | — 312,00 | |
| | 11 52 | | | 565,8 | — | 1,4 | — 168,00 | |
| | — | — | — | — | | — | — | Je relève le niveau. |
| | 11 54 | | | 700,0 | | | | |
| | | | | | | | | Chute instantanée à 663,0. |
| | 11 54 1/2 | | | 662,2 | — | 37,8 | — 3636,00 | |
| | 11 55 | | | 660,2 | — | 2,0 | — 240,00 | |
| | 11 55 1/2 | | | 659,2 | — | 1,0 | — 120,00 | |
| | 11 56 | | | 658,2 | — | 1,0 | — 120,00 | |
| Février 13 . . | — | — | — | — | | — | — | Je relève le niveau. |
| | 11 57 | | | 700,0 | | | | |
| | 11 57 1/2 | | | 698,4 | — | 1,6 | — 192,00 | |
| | 11 58 | | | 697,3 | — | 1,1 | — 132,00 | |
| | 1 38 s. | 17,0 | 14,5 | 678,0 | — | 19,3 | — 11,58 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 1 40 | | | 0,0 | | | | |
| | 1 40 1/2 | | | 177,5 | + | 177,5 | + 21300,00 | |
| | 1 41 | | | 184,3 | | 6,8 | 816,00 | |
| | 1 41 1/2 | | | 188,3 | | 4,0 | 480,00 | |
| | 1 42 | | | 191,0 | | 2,7 | 324,00 | |
| | 1 42 1/2 | | | 192,8 | | 1,8 | 216,00 | |
| | 1 43 | | | 194,2 | | 1,4 | 168,00 | |
| | 1 53 | 17,2 | 14,3 | 205,5 | | 11,3 | 67,80 | |
| | — | — | — | — | | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 1 59 | | | —250,0 | | | | 20 mm. au-dessus de la surface de la terre. Hausse instantanée à — 150,0. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| | 1 59 1/2 | | | —120,0 | + 130,0 | + 15600,00 | |
| | 2 00 | | | —114,3 | 5,7 | 684,00 | |
| | 2 00 1/2 | | | —111,0 | 3,3 | 396,00 | |
| | 2 01 | | | —108,7 | 2,3 | 276,00 | |
| | 2 01 1/2 | | | —106,9 | 1,8 | 216,00 | |
| | 2 02 | | | —105,2 | 1,7 | 204,00 | |
| | 2 03 | | | —102,8 | 2,4 | 144,00 | |
| | 2 04 | 17,2 | 14,3 | —101,0 | 1,8 | 108,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 08 | | | —250,0 | | | Hausse instantanée à — 212,0. |
| | 2 08 1/2 | | | —198,2 | + 51,8 | + 6216,00 | |
| | 2 09 | | | —195,2 | 3,0 | 360,00 | |
| Février 13. | 2 09 1/2 | | | —193,0 | 2,2 | 264,00 | |
| | 2 10 | | | —191,7 | 1,3 | 156,00 | |
| | 2 10 1/2 | | | —190,0 | 1,7 | 204,00 | |
| | 2 11 | | | —189,0 | 1,0 | 120,00 | |
| | 2 12 | | | —187,2 | 1,8 | 108,00 | |
| | 2 13 | | | —185,8 | 1,4 | 84,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Interruption. |
| | — | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et abaisse le niveau. |
| | 2 26 1/2 | | | —375,0 | | | Je l'ouvre. Hausse instantanée à — 310,0. |
| | 2 27 | | | —289,5 | + 85,5 | + 10260,00 | |
| | 2 27 1/2 | | | —285,2 | 4,3 | 516,00 | |
| | 2 28 | 17,0 | | —283,0 | 2,2 | 264,00 | |
| | 2 28 1/2 | | | —281,2 | 1,8 | 216,00 | |
| | 2 29 | | | —279,9 | 1,3 | 156,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Février 13. | 2 29 1/2 | | | —278,9 | 1,0 | 120,00 | |
| | 2 30 | | 14,4 | —278,0 | 0,9 | 108,00 | |
| | 3 10 | | | —255,9 | 22,1 | 33.15 | |
| | 3 12 | — | — | — | — | — | Je ferme le robinet et élève le niveau. |
| | 3 13 | 17,2 | 14,5 | 0,0 | | | Je l'ouvre. Chute instantanée à — 110,0. |
| | 3 13 1/2 | | | —127,6 | — 127,6 | — 15312,00 | |
| | 3 14 | | | —138,0 | — 10,4 | — 1248,00 | |
| | 3 14 1/2 | | | —135,0 | + 3,0 | + 360,00 | |
| | 3 15 | | | —136,8 | — 1,8 | — 216,00 | |
| | 3 16 | | | —138,8 | — 2,0 | — 120,00 | |
| | 3 17 | | | —140,5 | — 1,7 | — 102,00 | |

Après avoir ramené le niveau plusieurs fois à la pression 0,0, une poussée positive se dessina et fut observée pendant plusieurs jours. La moyenne par heure était, pour les vingt-quatre heures, de 0,9 environ.

---

### 35. Calla spec.

[La description de cette plante a été perdue. La tige mesurait environ 500 mm., elle portait trois ou quatre grandes feuilles.]

La décapitation a lieu à 200 mm. de la surface de la terre.

Le moignon est adapté à mon manomètre. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres indiquant l'accroissement en hauteur par 20,0.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Février 15. | 4 35 s. | 15,5 | 10,5 | | | | Décapitation. |
| | 4 54 1/2 | 15,5 | 10,5 | 0.0 | | | Hausse instantanée à 225,0. |
| | 4 55 | | | 276,0 | 276,0 | 33120,00 | |
| | 4 56 | | | 305,0 | 29,0 | 1740,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — | — | — | — | — | Interruption. |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 11 | | | 0,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 125,0. |
| | 5 11 1/2 | | | 141,5 | 141,5 | 16980,00 | |
| | 5 12 1/2 | | | 148,0 | 6,5 | 390,00 | |
| | 5 13 | | | 149,2 | 1,2 | 144,00 | |
| | 5 14 | | | 151,1 | 1,9 | 114,00 | |
| | 5 15 | 17,0 | 11,0 | 152,0 | 0,9 | 54,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 20 | | | 400,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 325,0. |
| | 5 20 1/2 | | | 314,0 | — 86,0 | — 10320,00 | |
| Février 15. | 5 21 | | | 312,0 | — 2,0 | — 240,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 22 | | | 500,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 440,0. |
| | 5 22 1/2 | | | 434,5 | — 65,5 | — 7860,00 | |
| | 5 23 | | | 432,0 | — 2,3 | — 276,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |
| | 5 25 1/2 | | | 600,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 545,0. |
| | 5 26 | | | 541,5 | — 58,5 | — 7020,00 | |
| | 5 26 1/2 | | | 540,0 | — 1,5 | — 180,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 5 28 | | | 700,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 650,0. |
| | 5 28 1/2 | | | 645,0 | — 55,0 | — 6600,00 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 29 | | | 643,5 | — 1,5 | — 180,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 5 32 | 17,0 | | 800,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 755,0. |
| | 5 32 1/2 | | 11,0 | 750,0 | — 50,0 | — 6000,00 | |
| | 6 30 | 17,0 | 11,0 | 717,0 | — 33,0 | — 34,44 | |
| | 8 15 | 16,0 | 11,2 | 715,0 | — 2,0 | — 1,14 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 21 | 16,2 | | 700,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 704,5. |
| | 9 26 | | | 705,1 | + 5,1 | + 4,70 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 30 | 17,0 | 11,5 | 0,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 205,0. |
| | 9 30 1/2 | | | 225,0 | 225,0 | 27000,00 | |
| | 9 31 | | | 235,0 | 10,0 | 1200,00 | |
| Février 15. | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 32 1/2 | | | 0,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 80,0. |
| | 9 33 1/2 | | | 93,0 | 93,0 | 5580,00 | |
| | 9 34 1/2 | | | 101,8 | 8,8 | 528,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 35 | | | 0,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 23,0. |
| | 9 35 1/2 | | | 30,0 | 30,0 | 3600,00 | |
| | 9 36 | | | 31,8 | 1,8 | 216,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 37 | | | 0,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 11,0. |
| | 9 37 1/2 | | | 16,0 | 16,0 | 1920,00 | |
| | 9 38 | | | 17,5 | 1,5 | 180,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 39 | | | 0,0 | | | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | Hausse instantanée à 6,0. |
| | 9 39 1/2 | | | 10,0 | 10,0 | 1200,00 | |
| Février 15. | 9 40 | | | 11,1 | 1,1 | 132,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 41 | | | 0,0 | | | |
| | | | | | | | Hausse instantanée à 5,0. |
| | 9 42 | 17,0 | 11,9 | 7,3 | 7,3 | 438,00 | |
| | 8 10 m. | 15,3 | 11,6 | 140,3 | 133,0 | 12,66 | |
| | 8 40 | 15,3 | 11,6 | 152,0 | 11,7 | 23,40 | |
| | — | — | — | — | — | - | J'élève le niveau. |
| | 8 50 | | | 1000,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 755,0. |
| | 8 51 | | | 726,5 | — 273,5 | — 16410,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| Février 16. | 8 52 1/2 | | | 1000,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 915,0. |
| | 8 53 1/2 | | | 903,5 | — 96,5 | — 5790,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 8 55 | | | 1000,0 | | | |
| | | | | | | | Chute instantanée à 968,0. |
| | 8 56 | | | 961,4 | — 38,6 | — 2316,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | Je relève le niveau. |
| | 8 59 | 15,5 | 11,8 | 1000,0 | | | |

Après la chute immédiate, de 30 mm. environ, je remets le niveau à 1000 mm. de pression et ferme le robinet de communication avec la plante ; je laisse les choses en cet état pendant dix minutes.

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 10½ | 15,5 | 11,8 | 1000,0 | | | | Je rouvre le robinet. Hausse instantanée à 1050,0. |
| | 9 11 | | | 1053,8 | + | 53,8 | + 6456,00 | |
| | 9 11½ | | | 1054,2 | | 0,4 | 48,00 | |
| | 9 12½ | | | 1054,5 | | 0,3 | 18,00 | |
| | 9 13½ | | | 1054,2 | — | 0,3 | — 18,00 | |
| | 9 14½ | | | 1053,8 | — | 0,4 | — 24,00 | |
| | 9 15½ | | | 1053,2 | — | 0,6 | — 36,00 | |
| | 9 16½ | | | 1052,6 | — | 0,6 | — 36,00 | |
| | — | — | — | — | — | | — | Je rabaisse le niveau. |
| | 9 18 | 15,3 | 11,8 | 1000,0 | | | | Hausse instantanée 1013,0. |
| | — | — | — | — | — | | — | Je rabaisse le niveau. |
| | 9 19 | | | 1000,0 | | | | Hausse instantanée à 1004,0. |
| | — | — | — | — | — | | — | Je rabaisse le niveau. |
| Février 16. | 9 20 | | | 1000,0 | | | | Hausse instantanée à 1001,5. |
| | 9 21 | | | 1001,7 | + | 1,7 | + 102,00 | |
| | — | — | — | — | — | | — | Je rabaisse le niveau. |
| | 9 22 | | | 1000,0 | | | | Hausse instantanée à 1000,1. |
| | 9 23 | | | 999,8 | — | 0,2 | — 12,00 | |
| | 9 25 | 15,0 | 11,8 | 999,7 | — | 0,1 | — 3,00 | |
| | 9 40 | 15,0 | 11,8 | 999,3 | — | 6,4 | — 25,60 | |
| | 10 00 | 15,0 | 11,8 | 988,2 | — | 5,1 | — 15,30 | |
| | 10 20 | 15,0 | 11,8 | 984,1 | — | 4,1 | — 12,30 | |
| | 10 40 | 15,0 | 11,7 | 980,2 | — | 3,9 | — 11,70 | |
| | 11 00 | 15,9 | 11,8 | 977,0 | — | 3,2 | — 9,60 | |
| | 11 20 | 16,1 | 11,8 | 973,3 | — | 3,7 | — 11,10 | |
| | 12 05 s. | 16,5 | 11,9 | 967,3 | — | 6,0 | — 8,00 | |
| | 1 20 | 15,5 | 11,8 | 958,3 | — | 9,0 | — 7,20 | |
| | 3 20 | 15,7 | 11,8 | 951,1 | — | 7,2 | — 3,60 | |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Février 16. | 3 35 | 16,0° | 11,9° | 950,1 | — 1,0 | — 4,00 | |
| | 5 15 | 16,5 | 12,2 | 947,1 | — 3,0 | — 1,80 | |
| | 6 30 | 17,0 | 12,5 | 947,0 | — 0,1 | — 0,08 | |
| | 8 30 | 16,0 | 12,8 | 948,2 | + 1,2 | + 0,60 | |
| | 9 30 | 16,2 | 12,8 | 950,0 | 1,8 | 1,80 | |
| | 10 30 | 16,5 | 12,8 | 952,0 | 2,0 | 2,00 | |
| | 10 30 m. | 15,2 | 12,2 | 985,0 | 33,0 | 2,75 | |
| | 11 00 | | | | | | Arrosage. |
| | 11 45 | 15,2 | 12,2 | 992,5 | 7,5 | 6,00 | |
| | 12 30 s. | 16,4 | 12,2 | 994.5 | 2,0 | 2,66 | |
| | 1 45 | 16,5 | 12,2 | 999,0 | 4,5 | 3,60 | |
| Février 17. | 3 15 | 16,5 | 12,5 | 1003,2 | 4.2 | 2,80 | |
| | 4 15 | 16,5 | 12,5 | 1008,0 | 4,8 | 4.80 | |
| | 5 45 | 16.7 | 12,5 | 1012,5 | 4,5 | 3,00 | |
| | 8 30 | 16,5 | 12,6 | 1022,5 | 10,0 | 3,63 | |
| | 9 00 | 16,5 | 12,5 | 1024,0 | 1,5 | 3,00 | |
| | 10 00 | 16.5 | 12,5 | 1028,0 | 4,0 | 4,00 | |
| | 9 00 m. | 15,5 | 12,0 | 1069,0 | 41,0 | 3,73 | Arrosage après l'observation. |
| Février 18. | 10 30 | 15,5 | 12,2 | 1075,0 | 6,0 | 4,00 | |
| | 2 15 s. | 15,5 | 12,2 | 1088,5 | 13,5 | 3,60 | |
| | 3 30 | 15,3 | 12,2 | 1092,8 | 4.3 | 3,44 | |
| | 11 00 | 15,0 | 12,0 | 1124,0 | 31,2 | 4,16 | |
| Février 19. | 10 45 m. | 15,0 | 12.0 | 1174,5 | 50,5 | 4,29 | Arrosage après l'observation. |
| | 11 00 | 15,0 | 12,0 | 1175,0 | 0,5 | 2,00 | |
| | 2 45 s. | 14,5 | 12.0 | 1176.0 | 1,0 | 0.26 | |
| | 3 45 | 15,0 | 12,4 | 1173,0 | — 3,0 | — 3,00 | |
| | 5 00 | 15,2 | 12,4 | 1160,1 | — 12,9 | — 10,32 | |
| | 6 15 | 16,0 | 12,5 | 1137,5 | — 22,6 | — 18,08 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Février 19. . | 7 30 | 16,5 | 13,0 | 1102,0 | — | 35,5 | — | 28,40 | |
| | 8 15 | 16,5 | 13,0 | 1076,0 | — | 26,0 | — | 34,66 | |
| | 10 00 | 16,2 | 13,0 | 996,0 | — | 80,0 | — | 45,71 | |
| | 12 00 midi | 15,0 | 12,0 | 506,0 | — | 490,0 | — | 35,00 | Arrosage après l'observation. |
| Février 20. . | 2 00 s. | 16,2 | 12,5 | 490,0 | — | 16,0 | — | 8,00 | |
| | 5 30 | 16,5 | 12,8 | 419,0 | — | 71,0 | — | 20,28 | |
| | 9 00 | 17,8 | 13,8 | 365,0 | — | 54,0 | — | 15,42 | |
| | 10 15 m. | 14,5 | 12,0 | 342,0 | — | 23,0 | — | 1,73 | Arrosage après l'observation. |
| Février 21. . | 11 30 | 14,5 | 12,0 | 344,0 | + | 2,0 | + | 1,60 | |
| | 1 00 s. | 15,3 | 12,4 | 344,0 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 5 30 | 15,5 | 12,5 | 349,0 | + | 5,0 | + | 1,11 | |
| | 9 30 | 15,5 | 12,2 | 345,0 | — | 4,0 | — | 1,00 | |
| Février 22. . | 10 45 m. | 15,0 | 12,5 | 309,0 | — | 36,0 | — | 2,72 | Arrosage après l'observation. |
| | 1 00 s. | 15,5 | 12,8 | 295,0 | — | 14,0 | — | 6,22 | |
| | 8 30 | 16,5 | 13,2 | 272,0 | — | 23,0 | — | 3,06 | |
| Février 23. . | 10 30 m. | 16,0 | 13,5 | 198,0 | — | 74,0 | — | 5,28 | Arrosage après l'observation. |
| | 3 00 s. | 16,0 | 13,5 | 161,0 | — | 37,0 | — | 8,22 | |
| | 9 00 | 17,0 | 14,0 | 177,0 | + | 16,0 | + | 2,66 | |

A l'examen microscopique, la surface de section de cette plante a été trouvée en bon état.

---

### 36. Zea Mays.

Plante cultivée *dans l'eau*[1] (solution Knop à 3,00 gr. par litre, sans fer) âgée de dix semaines, en bon état. — Racines magnifiques. La racine principale est longue de 31 centimètres; quatre racines adventives plongent dans l'eau, dont deux mesurent de 15 à 20 cm. et portent de nombreuses

[1] Bocal d'un demi-litre.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température EAU | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

ramifications, tandis que les deux autres sont courtes et non ramifiées. Volume de tout l'appareil radiculaire desséché, 6000 mm. cubes. — La tige mesure depuis l'endosperme jusqu'au sommet de la plus jeune feuille visible (la sixième) 31 centimètres. La quatrième feuille (la plus grande) mesure 34 cm. en longueur, sur 2,1 cm. en largeur.

La plante se trouve pendant l'expérience dans l'eau distillée additionnée de la solution Knop. La décapitation a lieu à 58,8 mm. au-dessus de l'endosperme, 74 mm. au-dessus de la surface de l'eau.

Un tube vertical est adapté à la surface de section. Pour trouver la quantité de sève, multiplier l'accroissement en hauteur par 4,3.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mars 17 . . . | 11 30 m. | ° | ° | | | | **Décapitation.** Jusqu'au soir sans changement appréciable. |
| | 11 45 | 19,0 | 19,0 | 110,0 | | | |
| Mars 18 . . . | 9 50 m. | 19,0 | 19,2 | 100,3 | | | |
| | 4 50 s. | 19,0 | 19,2 | 49,5 | — 50,8 | — 7.25 | **Baisse constante.** Pendant toute la journée de très légères oscillations. |
| Mars 19 . . . | 6 50 m. | 18,0 | 18.0 | 41,1 | | | |
| | 11 15 s. | 20,0 | 20,0 | 41,8 | ? | ? | |
| | 8 20 m. | 19,0 | 18,5 | 56,5 | + 14,7 | + 1.63 | |
| Mars 20 . . . | 11 00 | 20,0 | 19,0 | 61.8 | 5,3 | 1,99 | |
| | 4 00 s. | 20,0 | 20.0 | 72,8 | 11,0 | 2.20 | |
| | 7 45 | 19,7 | 19,5 | 78,6 | 5,8 | 1.54 | |
| | 9 30 | 19,7 | 19,0 | 81,6 | 3,0 | 1,71 | |
| Mars 21 . . . | 7 30 m. | 18,7 | 18,0 | 98,9 | 17,3 | 1,73 | |
| | 9 30 | 20,0 | 18,5 | 102,3 | 3,4 | 1,70 | |
| | 10 30 | 20,5 | 19,0 | 102,8 | 0,5 | 0,50 | |
| | 12 00 | 20,5 | 19,5 | 102,5 | 0,7 | 0,47 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mars 21 . . . | 2 00 s. | 20,2 | 20,0 | 102,5 | 0.0 | 0,00 | |
| | 4 45 | 20,0 | 19,0 | 103,0 | 0,5 | 0,18 | |
| | 10 30 | 19,5 | 18,5 | | | | Toute l'eau a été soudainement aspirée par la tige; il n'en reste plus dans le tube! |

---

### 37. Zea Mays.

Plante cultivée dans l'eau[1] (solution spéciale de Knop pour la culture du maïs, à 2,00 gr. par litre) âgée de dix semaines. — La racine primaire mesure 19 centimètres ; les six racines adventives ont une longueur moyenne de 13 centimètres ; volume du système entier desséché, 5000 mm. cubes.— La tige mesure depuis l'endosperme jusqu'au sommet de la plus jeune feuille (la septième), 34 centimètres. La sixième feuille (la plus grande) mesure 30 centimètres en longueur, sur 2,5 centimètres en largeur.

La plante reste pendant l'expérience dans la solution Knop. La décapitation a lieu à 50,0 mm. au-dessus de l'endosperme, 65,0 mm. au-dessus du niveau de l'eau.

Un tube vertical est adapté à la surface de section. Pour trouver la quantité de sève, multiplier l'accroissement en hauteur par 4,3.

[1] Bocal de deux litres et demi.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mars 24 . . . | 9 30 m. | | | | | | Décapitation. |
| | 12 00 | 18,2 | 16,0 | 73,5 | | | |
| | 2 00 s. | 18,2 | 16.2 | 79,5 | 6,0 | 3,00 | |
| | 4 00 | 18,4 | 16.5 | 84,0 | 4,5 | 2,25 | |
| | 6 00 | 18,5 | 16,5 | 90,9 | 6,9 | 3,45 | |
| | 8 00 | 19,0 | 16,7 | 96,0 | 5,1 | 2,55 | |
| | 9 00 | 19,0 | 17,0 | 97,4 | 1,4 | 1,40 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température EAU | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mars 24 . . . | 10 00 | 18,5° | 17,2° | 100,1 | 2,7 | 2,70 | |
| | 6 00 m. | 17,2 | 16,5 | 123,4 | 23,3 | 2,91 | |
| | 8 00 | 17,5 | 16,5 | 130,8 | 7,4 | 3,70 | |
| | 10 00 | 17,5 | 16,5 | 137,8 | 7,0 | 3,50 | |
| | 1 00 s. | 18,9 | 17,0 | 148,9 | 11,1 | 3,70 | |
| | 2 00 | 19,5 | 17,5 | 155,4 | 6,5 | 6,50 | |
| Mars 25 . . . | 4 00 | 17,7 | 17,5 | 160,9 | 5,5 | 2,75 | |
| | 6 00 | 18,5 | 17,5 | 159,6 | — 1,3 | — 0,65 | |
| | 8 00 | 19,0 | 17,5 | 137,4 | — 22,2 | — 11.10 | |
| | 9 30 | 18,7 | 17,5 | 133,0 | — 4,4 | — 2,93 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 10 00 | | | 96,4 | | | |
| | 8 00 m. | 17,5 | 16,7 | 123,3 | + 26,9 | + 2,69 | |
| | 10 00 | 17,5 | 17,0 | 123,9 | 0,6 | 0,30 | |
| Mars 26 . . . | 12 00 | 17,7 | 17,0 | 125,8 | 1,9 | 0,95 | |
| | 2 00 s. | 17,7 | 17,0 | 129,0 | 3,2 | 1,60 | |
| | 5 00 | 18,0 | 17,0 | 122,3 | — 6,7 | — 2,23 | |
| | 10 30 | 18,0 | 17,0 | 117,0 | — 5,3 | — 0,96 | |
| | 8 00 m. | 17,5 | 17,0 | 125,0 | + 8,0 | + 0,84 | |
| | 10 00 | 17,5 | 17,0 | 125,2 | 0,2 | 0,10 | |
| | 12 00 | 17,5 | 17,0 | 126,0 | 0,8 | 0,40 | |
| Mars 27 . . . | 2 00 s. | 18,0 | 17,5 | 127,2 | 1,2 | 0,60 | |
| | 5 00 | 17,0 | 17,0 | 128,9 | 1,7 | 0,57 | |
| | 8 30 | 18,0 | 17,0 | 129,1 | 0,2 | 0,06 | |
| | 9 30 | 19,2 | 17,0 | 130,0 | 0,9 | 0,90 | |
| | 6 00 m. | 17,0 | 16,2 | 127,3 | — 2,7 | — 0,32 | |
| Mars 28 . . . | 8 00 | 17,0 | 16,2 | 126.5 | — 0,8 | — 0,40 | |
| | 10 00 | 16,7 | 18,0 | 127,5 | + 1,0 | + 0,50 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mars 28 . . . | 12 00 | 16,5 | 18,0 | 128,1 | | 0,6 | | 0,30 |
| | 2 00 s. | 15,7 | 17,5 | 126,9 | — | 1,2 | — | 0,60 |
| | 4 00 | 16,7 | 17,0 | 126,2 | — | 0,7 | — | 0,35 |
| | 6 00 | 16,8 | 16,7 | 124,7 | — | 1,5 | — | 0,75 |
| | 8 00 | 18,0 | 17,0 | 124,2 | — | 0,5 | — | 0,25 |
| | 9 00 | 18,2 | 17,2 | 124,0 | — | 0,2 | — | 0,20 |

Le lendemain matin le mouvement ascendant avait recommencé et dura pendant une semaine mais accompagné d'un abondant dégagement de bulles de gaz, qui remplissait jusqu'à 70 mm. de la longueur du tube.

---

### 38. Zea Mays.

Plante cultivée dans l'eau [1] (solution spéciale de Knop pour la culture du maïs, à 3 gr. par litre) âgée de onze semaines. — La racine primaire, très ramifiée, descend à 15 centimètres, où elle se recourbe, remonte jusqu'à la surface de l'eau, et redescend jusqu'à 4 centimètres sous sa surface. Cinq fortes racines adventives ont une longueur moyenne de 6,5 centimètres. Volume desséché : 2500 mm. cubes. — La tige mesure depuis l'endosperme jusqu'au sommet de la plus jeune feuille (la sixième) 30 centimètres. La plante est d'un vert foncé et paraît très vigoureuse.

La plante reste dans la solution nutritive pendant la durée de l'expérience. La décapitation a lieu à 60 mm. au-dessus de l'endosperme, 80 mm. au-dessus du niveau de l'eau.

Un tube vertical est adapté à la surface de section. Pour trouver la quantité de sève, multiplier l'accroissement en hauteur par 3,4.

[1] Bocal de trois litres.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température EAU | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 20 m. | • | • | | | | Décapitation. |
| | 1 30 s. | 17,7 | 17,0 | 82,2 | | | |
| Mars 26 . . . | 2 00 | 17,7 | 17,0 | 76,0 | — ? | — ? | Fuite! |
| | 5 00 | 18,0 | 17,0 | 66,0 | — 10,0 | — 3,33 | |
| | 10 30 | 18,0 | 17,0 | 64,0 | — 2,0 | — 0,36 | |
| | 8 00 m. | 17,5 | 16,5 | 73,4 | + 9,4 | + 0,99 | |
| | 10 00 | 17,5 | 17,2 | 76,2 | 2,8 | 0,14 | |
| | 12 00 | 17,5 | 17,2 | 78,4 | 2,2 | 1,10 | |
| Mars 27 . . . | 2 00 s. | 18,0 | 17,2 | 81,3 | 2,9 | 1,45 | |
| | 5 00 | 17,0 | 17,0 | 85,5 | 4,2 | 1,40 | |
| | 8 30 | 18,0 | 16,7 | 89,7 | 4,2 | 1,20 | |
| | 9 30 | 19,2 | 17,0 | 91,9 | 2,2 | 2,20 | |
| | 6 00 m. | 17,0 | 16,5 | 97,4 | 5,5 | 0,65 | |
| | 8 00 | 16,7 | 16,5 | 98,2 | 0,8 | 0,40 | |
| | 10 00 | 16,7 | 18,0 | 94,6 | — 3,6 | — 1,80 | |
| | 12 00 | 16,5 | 18,2 | 94,4 | — 0,2 | — 0,10 | |
| Mars 28 . . . | 2 00 s. | 15,7 | 17,5 | 94,9 | + 0,5 | + 0,25 | |
| | 4 00 | 16,7 | 17,0 | 96,0 | 1,1 | 0,55 | |
| | 6 00 | 16,8 | 16,7 | 96,3 | 0,3 | 0,15 | |
| | 8 00 | 18,0 | 17,0 | 95,4 | — 0,9 | — 0,45 | |
| | 9 00 | 18,2 | 17,0 | 96,0 | + 0,6 | + 0,60 | |
| | 8 00 m. | 17,2 | 16,5 | 97,8 | 1,8 | 0,16 | |
| | 11 00 | 18,2 | 18,0 | 98,0 | 0,2 | 0,07 | |
| Mars 29 . . . | 1 00 s. | 17,5 | 18,2 | 98,8 | 0,8 | 0,40 | |
| | 2 00 | 17,5 | 18,2 | 98,8 | 0,0 | 0,00 | |
| | 4 00 | 17,5 | 17,7 | 99,4 | 0,6 | 0,30 | |
| | 6 00 | 19,0 | 17,5 | 94,3 | — 5,1 | — 2,50 | |
| | 11 00 | 18,2 | 19,0 | 80,7 | — 13,6 | — 2,72 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mars 30 . . . | 8 00 m. | 16,7 | 16,7 | 63,0 | — | 17,7 | — | 1,96 |
| | 10 00 | 17.5 | 17,2 | 58,5 | — | 4.5 | — | 2,25 |
| | 12 00 | 17,7 | 17,5 | 55,0 | — | 3,5 | — | 1,75 |
| | 2 00 s. | 17,9 | 17,5 | 51,0 | — | 4,0 | — | 2,00 |
| | 4 00 | 18,0 | 17,5 | 48,0 | — | 3,0 | — | 1,50 |
| | 6 00 | 18,0 | 17,5 | 44.7 | — | 3,3 | — | 1,65 |
| | 8 00 | 18,0 | 17,5 | 41,0 | — | 3,7 | — | 1,85 |
| | 10 00 | 18,3 | 17,5 | 41,0 | | 0,0 | | 0,00 |

La baisse continua en accélerant sa marche pendant le lendemain ; l'eau versée dans le tube par le haut était rapidement absorbée à la surface de section.

---

### 39. Zea Mays.

Plante cultivée dans l'eau distillée (sans adjonction de solution nutritive) ; âgée de quatorze jours. — Racine forte, mesurant 11 centimètres, garnie de radicelles latérales. Tige longue de 3,5 centimètres.

Cette petite plante est disposée dans un tube gradué [1] qu'on a soin d'entretenir soigneusement fourni d'eau. La décapitation a lieu à 25 mm. au-dessus de l'endosperme. — Il n'a pas été possible de disposer un thermomètre dans l'intérieur du tube ; la température de l'eau peut être considérée dans ce cas comme toujours sensiblement égale à celle de l'air ambiant, et suivant ses oscillations avec un très léger retard.

Un tube vertical est adapté à la surface de section. Pour trouver la quantité de sève, multiplier l'accroissement en hauteur par 4,2.

[1] Entouré, comme les bocaux, de toile noire.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température EAU | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 50 m. | 17°,7 | | | | | Décapitation. |
| | 12 00 | 17,7 | | 33,6 | | | |
| | 1 00 s. | 17,8 | | 34,1 | 0,5 | 0,50 | |
| Mars 30 . . . | 2 00 | 17,9 | | 34,2 | 0,1 | 0,10 | |
| | 4 00 | 18,0 | | 34,1 | — 0,1 | — 0,05 | |
| | 6 00 | 18,0 | | 34,7 | + 0,6 | + 0,30 | |
| | 8 00 | 18,0 | | 34,3 | — 0,4 | — 0,20 | |
| | 10 00 | 18,3 | | 34,3 | 0,0 | 0,00 | |
| | 6 00 m. | 16,5 | | 34,1 | — 0,2 | — 0,02 | |
| | 8 00 | 16,2 | | 34,1 | 0,0 | 0,00 | |
| | 10 00 | 17,8 | | 34,1 | 0,0 | 0,00 | |
| Mars 31 . . . | 12 00 | 17,2 | | 33,8 | — 0,3 | — 0,15 | |
| | 2 00 s. | 17,2 | | 33,6 | — 0,2 | — 0,10 | |
| | 8 30 | 17,2 | | 33,9 | + 0,3 | + 0,04 | |
| | 8 00 m. | 16,0 | | 32,5 | — 1,4 | — 0,12 | |
| | 12 00 | 16,7 | | 33,1 | + 0,6 | + 0,15 | |
| | 2 00 s. | 17,3 | | 33,0 | — 0,1 | — 0,05 | |
| Avril 1 . . . | 6 00 | 16,9 | | 33,2 | + 0,2 | + 0,05 | |
| | 8 00 | 16,9 | | 33,1 | — 0,1 | — 0,05 | |
| | 10 00 | 17,0 | | 33,1 | 0,0 | 0,00 | |
| | 8 00 m. | 18,3 | | 32,5 | — 0,6 | — 0,06 | |
| | 10 00 | 18,8 | | 32,3 | — 0,2 | — 0,10 | |
| | 12 00 | 18,8 | | 32,3 | 0,0 | 0,00 | |
| Avril 2 . . . | 2 00 s. | 18,9 | | 32,2 | — 0,1 | — 0,05 | |
| | 4 00 | 18,3 | | 32,2 | 0,0 | 0,00 | |
| | 8 00 | 18,0 | | 32,3 | + 0,1 | + 0,02 | |
| Avril 3 . . . | 7 00 m. | 16,8 | | 32,0 | — 0,3 | — 0,03 | |
| | 9 00 | 18,3 | | 31,8 | — 0,2 | — 0,10 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 3 . . . | 11 00 | 19,0 | 31,0 | — | 0,8 | — | 0,40 |
| | 1 00 s. | 18,9 | 30,8 | — | 0,2 | — | 0,10 |
| | 5 00 | 18,0 | 30,5 | — | 0,3 | — | 0,07 |
| | 9 00 | 18,0 | 30,0 | — | 0,5 | — | 0,12 |
| Avril 4 . . . | 7 00 m. | 16,8 | 29,8 | — | 0,2 | — | 0,02 |
| | 10 00 | 19.8 | 29,3 | — | 0,5 | — | 0,17 |
| | 1 00 s. | 19,3 | 29.3 | | 0,0 | | 0,00 |
| | 3 00 | 18,2 | 29,1 | — | 0,2 | — | 0,10 |
| | 8 00 | 18,0 | 29,3 | + | 0.2 | + | 0,04 |
| Avril 5 . . . | 7 00 m. | 16,9 | 28,9 | — | 0,4 | — | 0,04 |
| | 9 00 | 17,1 | 28.9 | | 0,0 | | 0,00 |
| | 12 00 | 17,9 | 28.7 | — | 0,2 | — | 0,07 |
| | 2 00 s. | 17,2 | 28.9 | + | 0,2 | + | 0,10 |
| | 5 00 | 17,4 | 28,6 | — | 0,3 | — | 0,10 |
| | 12 00 | 17,2 | 28.6 | | 0,0 | | 0,00 |
| Avril 6 . . . | 8 00 m. | 16,9 | 28.2 | — | 0,4 | — | 0,05 |
| | 10 00 | 17.8 | 28.2 | | 0,0 | | 0,00 |
| | 12 00 | 18,0 | 28.2 | | 0,0 | | 0,00 |
| | 4 00 s. | 17,5 | 28,3 | + | 0,1 | + | 0,02 |
| | 6 00 | 16.9 | 28,3 | | 0,0 | | 0.00 |
| | 8 00 | 16.8 | 28,1 | — | 0,2 | — | 0,10 |
| | 10 00 | 17,8 | 28,0 | — | 0,1 | — | 0,05 |
| Avril 7 . . . | 7 00 m. | 16,0 | 27.9 | — | 0,1 | — | 0,01 |
| | 11 00 | 19,5 | 27,5 | — | 0,4 | — | 0,10 |
| | 1 30 s. | 19,8 | 27.5 | | 0,0 | | 0,00 |
| | 11 00 | 19,0 | 27,2 | — | 0,3 | — | 0,03 |
| Avril 8 . . . | 7 00 m. | 17,8 | 27,3 | + | 0,1 | + | 0,01 |
| | 9 00 | 18,0 | 27,2 | — | 0,1 | — | 0,05 |
| | 5 00 s. | 17,8 | 27,1 | — | 0,1 | — | 0,01 |
| | 11 00 | 18,0 | 27,0 | — | 0,1 | — | 0,01 |
| Avril 9 . . . | 8 00 m. | 18.2 | 27,0 | | 0,0 | | 0,00 |
| Avril 10 . . . | 8 00 m. | 17,0 | 25,7 | — | 1,3 | — | 0,05 |
| Avril 11 . . . | 8 00 m. | 17,2 | 24,6 | — | 1,1 | — | 0,04 |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | EAU | | total. | par heure. | |
| Avril 12 . . . | 8 00m. | 16°,8 | | 23,7 | — 0,9 | — 0,03 | |
| Avril 13 . . . | 8 00m. | 17,5 | | 23,3 | — 0,4 | — 0,02 | |

La quantité d'eau absorbée par les racines pendant cette expérience est de cinq centimètres cubes; par la surface de section de la tige il a été absorbé environ quarante-deux millimètres cubes. La racine principale s'est allongée de cinq centimètres; elle porte maintenant de nombreuses racines secondaires; des racines adventives commencent à se former. Immédiatement au-dessous de la surface de section un faisceau de feuilles s'est dévoloppé, en formant un fort genou au-dessous de l'appareil.

---

### 40. Zea Mays.

Plante cultivée dans l'eau [1] (solution spéciale de Knop pour la culture du maïs, à 3,00 gr. par litre) âgée de douze semaines. — La racine primaire est longue de 28 centimètres; trois racines adventives atteignent la même longueur environ; beaucoup de racines secondaires et tertiaires. Volume, desséché : 4000 mm. cubes. La tige mesure depuis l'endosperme jusqu'au sommet de la plus jeune feuille (la sixième) 35 centimètres; diamètre moyen 7 mm. — La plus grande feuille (la quatrième) mesure 40 centimètres sur 2,5 centimètres.

La plante reste pendant l'expérience dans la solution nutritive susdite. La décapitation a lieu à 20 mm. au-dessus de l'endosperme, 50 mm. au-dessus de la surface de l'eau.

Un tube recourbé deux fois à angle droit est adapté sur la surface de section ; une extrémité est

Digitized by Google

large de 7,3 mm. et emboîte très exactement la tige, l'autre aboutit par un orifice effilé (qui est rigoureusement au niveau de la surface de section) dans un tube à titrage, gradué aux dixièmes de centimètres cubes. La pression sur la section est donc nulle ; les chiffres expriment la quantité de sève expulsée en mm. cubes.

[1] Bocal de trois litres.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 25 s. | 17,5 | | | | | Décapitation. |
| | 3 30 | 17,5 | 16,2 | | | | |
| Mars 30 . . . | 6 30 | 18,0 | 16,2 | 0,0 | 15,0 | 5,00 | |
| | 8 00 | 18,0 | 16,2 | 0,0 | 10,0 | 6,66 | |
| | 10 00 | 18,3 | 16,3 | 0,0 | 10,0 | 5,00 | |
| | 6 00 m. | 16,5 | 16,0 | 0,0 | 25,0 | 3,12 | |
| | 8 00 | 16,2 | 15,9 | 0,0 | 5,0 | 2,50 | |
| | 10 00 | 17,8 | 15,9 | 0,0 | 5,0 | 2,50 | |
| Mars 31 . . . | 10 15 | | | 0,0 | | | Remis flotteur à un niveau arbitraire. |
| | 12 00 | 17,2 | 16,0 | 0,0 | 5,0 | 2,80 | |
| | 2 00 s. | 17,2 | 16,0 | 0,0 | 8,0 | 4,00 | |
| | 8 30 | 17,2 | 16,0 | 0,0 | 17,0 | 2,61 | |
| | 8 00 m. | 16,0 | 15,8 | 0,0 | 25,0 | 2,17 | |
| | 12 00 | 16,7 | 16,1 | 0,0 | 7,0 | 1,75 | |
| Avril 1 . . . | 2 00 s. | 17,3 | 16,1 | 0,0 | 5,0 | 2,50 | |
| | 6 00 | 16,9 | 16,0 | 0,0 | 5,0 | 1,25 | |
| | 8 00 | 16,9 | 16,0 | 0,0 | 3,0 | 1,50 | |
| | 10 00 | 17,0 | 16,1 | 0,0 | 5,0 | 2,50 | |
| | 8 00 m. | 18,3 | 16,2 | 0,0 | 19,0 | 1,90 | |
| | 10 00 | 18,8 | 17,2 | 0,0 | 3,0 | 1,50 | |
| | 12 00 | 18,8 | 17,1 | 0,0 | 5,0 | 2,50 | |
| Avril 2 . . . | 2 00 s. | 18,9 | 16,9 | 0,0 | 3,0 | 1,50 | |
| | 4 00 | 18,3 | 16,7 | 0,0 | 1,0 | 0,50 | |
| | 8 00 | 18,0 | 16,5 | 0,0 | 9,0 | 2,25 | |
| Avril 3 . . . | 7 00 | 16,8 | 16,0 | 0,0 | 11,0 | 1,00 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | EAU | | total. | par heure. | |
| Avril 3 . . . | 9 00 | 18°,3 | 16°,2 | 0,0 | 12,0 | 6,00 | |
| | 11 00 | 19,0 | 17,0 | 0,0 | 5,0 | 2,50 | |
| | 1 00 s. | 18,9 | 17.0 | 0,0 | 1,0 | 0,50 | |
| | 5 00 | 18.0 | 16,9 | 0,0 | 2,0 | 0,50 | |
| | 9 00 | 18.0 | 16,9 | 0,0 | 6,0 | 1,50 | |
| Avril 4 . . . | 7 00 m. | 16,8 | 16,0 | 0,0 | 10,0 | 1,00 | |
| | 10 00 | 19,8 | 16,9 | 0,0 | 1,0 | 0,33 | |
| | 1 00 s. | 19,3 | 16,8 | 0,0 | 2,0 | 0,67 | |
| | 3 00 | 18,2 | 16,7 | 0,0 | 1,0 | 0,50 | |
| | 8 00 | 18,0 | 16,3 | 0,0 | 6,0 | 1,20 | |
| | 11 00 | 16,8 | 17,0 | 0,0 | 1,0 | 0,33 | |
| Avril 5 . . . | 7 00 m. | 16,9 | 17,0 | 0,0 | 4,0 | 0,50 | |
| | 9 00 | 17,1 | 17,0 | 0,0 | 5,0 | 2,50 | |
| | 12 00 | 17,9 | 17.2 | 0,0 | 8,0 | 2,70 | |
| | 2 00 s. | 17,2 | 17,2 | 0,0 | 0,0 | 0.00 | |
| | 5 00 | 17,4 | 17,3 | 0,0 | 1,0 | 0,33 | |
| | 12 00 | 17.2 | 17,2 | 0,0 | 2,0 | 0,29 | |
| Avril 6 . . . | 8 00 m. | 16,9 | 16,2 | 0.0 | 7,0 | 0,87 | |
| | 10 00 | 17,8 | 16,8 | 0,0 | 1,0 | 0,50 | |
| | 12 00 | 18,0 | 17,8 | 0,0 | 3,0 | 1,00 | |
| | 4 00 s. | 17,5 | 18,2 | 0,0 | 0,0 | 0.00 | |
| | 6 00 | 16,9 | 17,8 | 0,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 8 00 | 16,8 | 17,5 | 0,0 | 1,0 | 0,50 | |
| | 10 00 | 17,8 | 18,0 | 0,0 | 1,0 | 0,50 | |

Le lendemain matin un assez fort dégagement de gaz s'était produit par la surface de section.

Digitized by Google

## 41. Zea Mays [1].

Plante cultivée dans l'eau [2] (solution spéciale de Knop pour la culture du maïs, à 3 gr. par litre, mais avec *excès de phosphate*), âgée de sept semaines. — Les racines se sont développées d'une manière très particulière ; il n'y a que deux petits commencements de racines adventives, par contre la racine primaire est très longue et mince et entourée d'une touffe épaisse de racines secondaires, également transparentes et mesurant cinquante centimètres et plus. Le tout ressemble à une fine chevelure. Volume total des racines (desséchées) : 3000 mm. cubes. — La tige mesure jusqu'au sommet de la plus longue feuille (la quatrième) 297 mm. ; diamètre inférieur 6 mm. — La quatrième feuille mesure 232,5 mm. sur 16 mm.

La plante reste dans la solution pendant l'expérience. La décapitation a lieu à 37,1 mm. au-dessus de l'endosperme, à 40,1 mm. au-dessus de la surface de l'eau.

Un tube vertical est adapté sur la surface de section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier l'accroissement en hauteur par 4,2.

[1] Expérience à comparer avec la suivante, la différence de nutrition ayant causé un développement très différent des racines.

[2] Bocal de trois litres.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mai 6 . . . . | 10 25 m. | | | | | | Décapitation. Le soleil avait frappé le bocal pendant deux heures ! |
| | 11 15 | 18,3 | 22,0 | 60,9 | | | |
| | 12 45 s. | 18,7 | 21,8 | 61,1 | 0,2 | 0,13 | |
| | 2 10 | 18,6 | 21.5 | 63,2 | 2,1 | 1,42 | |
| | 3 10 | 18,8 | 20,8 | 64.6 | 1,4 | 1,40 | |
| | 5 25 | 18,7 | 20,2 | 67,6 | 3,0 | 1,33 | |
| | 6 00 | 18,6 | 20,0 | 69,3 | 1,7 | 2,91 | |
| | 7 00 | 18,4 | 19,8 | 70,2 | 0,9 | 0,90 | |
| | 8 00 | 18,6 | 19,5 | 72,0 | 1,8 | 1,80 | |
| | 9 00 | 18,8 | 19,3 | 72,4 | 0,4 | 0,40 | |
| | 10 00 | 18,7 | 19,2 | 73.8 | 1,4 | 1,40 | |
| | 11 00 | 18,7 | 19,1 | 74,3 | 0,5 | 0,50 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température EAU | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 45 m. | 18°,1 | 18°,2 | 81,8 | 7,5 | 0,96 | |
| | 7 45 | 18,2 | 18,5 | 82,5 | 0,7 | 0,70 | |
| | 8 30 | 18,5 | 18,9 | 82,9 | 0,4 | 0,53 | Le soleil frappe le bocal ! |
| | 9 30 | 18,8 | 19,2 | 83,2 | 0,3 | 0,30 | |
| | 10 30 | 19,3 | 19,4 | 83,5 | 0,3 | 0,30 | |
| | 11 00 | 19,6 | 19,6 | 83,6 | 0,1 | 0,20 | |
| | 11 30 | 19,3 | 19,8 | 84,1 | 0,5 | 1,00 | |
| | 12 30 s. | 19,7 | 19,8 | 84,7 | 0,6 | 0,60 | |
| Mai 7 . . . . | 1 30 | 19,8 | 19,9 | 84,8 | 0,1 | 0,10 | |
| | 2 30 | 19,8 | 19,9 | 85,4 | 0,6 | 0,60 | |
| | 3 30 | 19,8 | 20,0 | 86,2 | 0,8 | 0,80 | |
| | 5 00 | 19,7 | 19,9 | 86,7 | 0,5 | 0,33 | |
| | 6 00 | 18,9 | 19,9 | 87,3 | 0,6 | 0,60 | |
| | 6 30 | 18,3 | 19,7 | 87,5 | 0,2 | 0,40 | |
| | 7 30 | 18,3 | 19,5 | 87,7 | 0,2 | 0,20 | |
| | 8 30 | 19,4 | 19,4 | 87,8 | 0,1 | 0,10 | |
| | 9 30 | 19,1 | 19,4 | 88,2 | 0,4 | 0,40 | |
| | 10 30 | 19,1 | 19,3 | 88,2 | 0,0 | 0,00 | |
| | 6 45 m. | 18,5 | 18,7 | 89,8 | 1,6 | 0,19 | |
| | 8 30 | 18,6 | 18,7 | 89,3 | — 0,5 | — 0,28 | |
| | 9 30 | 18,5 | 18,8 | 88,7 | — 0,6 | — 0,60 | |
| | 10 30 | 18,4 | 18,7 | 87,9 | — 0,8 | — 0,80 | |
| Mai 8 . . . . | 11 30 | 18,4 | 18,7 | 86,9 | — 1,0 | — 1,00 | |
| | 12 30 s. | 18,5 | 18,8 | 80,0 | — 6,9 | — 6,90 | |
| | 1 30 | 18,8 | 18,9 | 68,6 | — 11,4 | — 11,40 | |
| | 2 30 | 18,9 | 19,0 | 62,9 | — 5,7 | — 5,70 | |
| | 3 30 | 18,9 | 19,1 | 53,9 | — 9,0 | — 9,00 | |
| | 4 30 | 18,8 | 19,2 | 45,5 | — 8,4 | — 8,40 | |

Digitized by Google

L'eau entre ensuite dans la partie élargie du tube, où les mesures ne peuvent plus se poursuivre; à 9 heures 30 du soir, elle a complétement disparu, aspirée à la surface de section.

---

## 42. Zea Mays[1].

Plante cultivée dans l'eau[2] (solution Risse, *sans trace de phosphate et avec excès de nitrates*), âgée de sept semaines. — Le système des racines présente un aspect très différent de celui de la plante précédente; le tout est moins transparent, plus épais et vigoureux. Il y a six racines adventives qui mesurent 200 mm. et plus; par contre la racine primaire est courte, les racines secondaires de même, mais garnies de nombreuses racines tertiaires longues de 1 mm. environ et drues; l'apparence est celle de massues à clous. Volume total des racines (desséchées): 2650 mm. cubes. — La tige mesure jusqu'au sommet de la quatrième feuille 247 mm., diamètre inférieur 6 mm. — La quatrième feuille, la plus longue, mesure 183 mm. sur 15 mm.

La plante reste dans la solution pendant l'expérience. La décapitation a lieu à 36,1 mm. au-dessus de l'endosperme, à 40,1 mm. au-dessus de la surface de l'eau.

Un tube vertical est adapté sur la surface de section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier l'accroissement en hauteur par 4,6.

[1] Expérience à comparer avec la précédente, la différence de nutrition ayant causé un développement très différent des racines.

[2] Bocal de trois litres.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mai 6 . . . . | 10 50 m. | | | | | | Décapitation. |
| | 11 15 | 18,3 | 20,8 | 61,1 | | | Le soleil avait frappé le bocal ! |
| | 12 45 s. | 18,7 | 20,7 | 68,9 | 7,8 | 5,20 | |
| | 2 10 | 18,6 | 20,4 | 71,9 | 3,0 | 2,11 | |
| | 3 10 | 18,8 | 20,2 | 74,7 | 2,8 | 2,80 | |



Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température EAU | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 25 | 18°,7 | 20°,0 | 78,2 | 3,5 | 1,55 | |
| | 6 00 | 18,6 | 19,9 | 79,3 | 1,1 | 1,88 | |
| | 7 00 | 18,4 | 19,6 | 81,5 | 2,2 | 2,20 | |
| Mai 6 . . . . | 8 00 | 18,6 | 19,5 | 84,4 | 2,9 | 2,90 | |
| | 9 00 | 18,8 | 19,3 | 86,6 | 2,2 | 2,20 | |
| | 10 00 | 18,7 | 19,2 | 89,2 | 2,6 | 2,60 | |
| | 11 00 | 18,7 | 19,2 | 91,2 | 2,0 | 2,00 | |
| | 6 45 m. | 18,1 | 18,3 | 105,8 | 14,6 | 1,88 | |
| | 7 45 | 18,2 | 18,6 | 107,3 | 1,5 | 1,50 | |
| | 8 30 | 18,5 | 18,6 | 108,4 | 1,1 | 1,46 | |
| | 9 30 | 18,8 | 19,1 | 109,7 | 1,3 | 1,30 | |
| | 10 30 | 19,3 | 19,4 | 111,3 | 1,6 | 1,60 | |
| | 11 00 | 19,6 | 19,6 | 112,1 | 0,8 | 1,60 | |
| | 11 30 | 19,3 | 19,6 | 112,3 | 0,2 | 0,40 | |
| | 12 30 s. | 19,7 | 19,7 | 113,7 | 1,4 | 1,40 | |
| | 1 30 | 19,8 | 19,8 | 114,9 | 1,2 | 1,20 | |
| Mai 7 . . . . | 2 30 | 19,8 | 19,9 | 116,4 | 1,5 | 1,50 | |
| | 3 30 | 19,8 | 20,1 | 116,6 | 0,2 | 0,20 | |
| | 5 00 | 19,7 | 20,0 | 117,7 | 1,1 | 0,73 | |
| | 6 00 | 18,9 | 20,0 | 119,2 | 1,5 | 1,50 | |
| | 6 30 | 18,3 | 19,8 | 119,5 | 0,3 | 0,60 | |
| | 7 30 | 18,3 | 19,6 | 119,7 | 0,2 | 0,20 | |
| | 8 30 | 19,4 | 19,5 | 120,2 | 0,5 | 0,50 | |
| | 9 30 | 19,1 | 19,4 | 120,9 | 0,7 | 0,70 | |
| | 10 30 | 19,1 | 19,4 | 121,5 | 0,6 | 0,60 | |
| | 6 45 m. | 18,5 | 18,8 | 128,1 | 6,6 | 0,80 | |
| Mai 8 . . . . | 8 30 | 18,6 | 18,8 | 128,9 | 0,8 | 0,34 | |
| | 9 30 | 18,5 | 18,9 | 129,5 | 0,6 | 0,60 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 30 | 18,4 | 18,8 | 130,1 | | 0,6 | | 0,60 | |
| | 11 30 | 18,4 | 18,8 | 131,0 | | 0,9 | | 0,90 | |
| | 12 30 s. | 18,5 | 18,9 | 132,4 | | 1,4 | | 1,40 | |
| | 1 30 | 18,8 | 19,0 | 132,3 | — | 0,1 | — | 0,10 | |
| | 2 30 | 18,9 | 19,1 | 132,8 | + | 0,5 | + | 0,50 | |
| Mai 8 . . . . | 3 30 | 18,9 | 19,2 | 133,4 | | 0,6 | | 0,60 | |
| | 4 30 | 18,8 | 19,2 | 134,4 | | 1,0 | | 1,00 | |
| | 5 30 | 18,1 | 19,1 | 134,8 | | 0,4 | | 0,40 | |
| | 6 30 | 18,5 | 19,0 | 135,8 | | 1,0 | | 1,00 | |
| | 7 30 | 18,6 | 18,9 | 136,5 | | 0,7 | | 0,70 | |
| | 9 30 | 18,5 | 18,8 | 137,4 | | 0,9 | | 0,45 | |
| | 6 30 m. | 17,8 | 18,1 | 140,4 | | 3,0 | | 0,33 | Soleil sur le bocal ! |
| | 9 30 | 17,8 | 19,1 | 141,3 | | 0,9 | | 0,30 | |
| | 10 30 | 17,8 | 19,2 | 142,0 | | 0,7 | | 0,70 | |
| Mai 9 . . . . | 12 30 s. | 18,2 | 19,1 | 143,0 | | 1,0 | | 0,50 | |
| | 4 40 | 18,1 | 18,6 | 143,9 | | 0,9 | | 0,21 | |
| | 6 40 | 17,7 | 18,3 | 144,9 | | 1,0 | | 0,50 | |
| | 8 40 | 18,3 | 18,1 | 144,9 | | 0,0 | | 0,00 | |
| | 9 55 | 18,6 | 18,1 | 145,3 | | 0,4 | | 0,32 | |
| Mai 10 . . . . | 6 15 | 17,0 | 17,0 | 146,3 | | 1,0 | | 0,12 | |

A partir de ce moment la sève (après quelques très légères oscillations) resta absolument stationnaire dans le tube.

---

### 43. Zea Mays.

Plante âgée de deux mois, cultivée dans un vase de 12,5 sur 15 centimètres. — La tige mesure, à partir de la surface de la terre jusqu'à l'extrémité de la feuille la plus longue, 600 mm.; diamètre 8,5 sur 5,5 mm. — La feuille inférieure est desséchée, cinq autres sont en bon état et mesurent :

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

la première, 170 sur 15 mm., la seconde, 290 sur 18 mm., la troisième, 485 sur 22 mm., la quatrième, 451 sur 36 mm., la cinquième, environ 250 sur 30 mm. — Volume des racines desséchées : 3250 mm. cubes.

Cette plante est depuis quelque temps maintenue sous un système d'arrosage continu, goutte à goutte, réglé de façon que la terre reste humide sans jamais être saturée.

La décapitation a lieu à 30 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Un tube vertical est adapté sur la section. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 4,4.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 10 s. | 18°,0 | 15°,2 | | | | Décapitation. |
| | 6 10 | 17,5 | 15,0 | 79,5 | | | |
| | 7 00 | 17,8 | 15,4 | 83,0 | 3,5 | 4,20 | |
| Juin 16 . . . | 7 30 | 17,5 | 15,4 | 84,7 | 1,7 | 3,40 | |
| | 8 30 | 17,5 | 15,7 | 88,8 | 4,1 | 4,10 | |
| | 9 00 | 17,8 | 15,7 | 91,6 | 2,8 | 5,60 | |
| | 10 15 | 18,0 | 15,7 | 99,0 | 7,4 | 5,92 | |
| | 5 15 m. | 16,9 | 14,9 | 144,4 | 45,4 | 6,48 | |
| | 7 15 | 18,0 | 15,1 | 155,5 | 11,1 | 5,55 | |
| | 8 00 | 17,6 | 15,3 | 159,6 | 4,1 | 5,47 | |
| | 9 00 | 17,8 | 15,5 | 164,7 | 5,1 | 5,10 | |
| Juin 17 . . . | 10 00 | 18,0 | 15,5 | 170,3 | 5,6 | 5,60 | |
| | 11 00 | 18,0 | 15,5 | 175,0 | 4,7 | 4,70 | |
| | 12 00 | 18,0 | 15,7 | 180,4 | 5,4 | 5,40 | |
| | 1 00 s. | 17,8 | 15,7 | 185,2 | 4,8 | 4,80 | |
| | 2 00 | 17,9 | 15,7 | 190,1 | 4,9 | 4,90 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 00 | 18,0 | 15,7 | 194,8 | | 4,7 | | 4,70 | |
| | 4 00 | 18,0 | 15,7 | 198,7 | | 3,9 | | 3,90 | |
| | 5 00 | 18,0 | 15,7 | 202,4 | | 3,7 | | 3,70 | |
| Juin 17 . . . | 6 00 | 17,9 | 15,7 | 206,8 | | 4,4 | | 4,40 | |
| | 7 00 | 17,9 | 15,7 | 211,3 | | 4,5 | | 4,50 | |
| | 8 00 | 17,6 | 15,5 | 216,2 | | 4,9 | | 4,90 | |
| | 9 00 | 17,8 | 15,4 | 220,7 | | 4,5 | | 4,50 | |
| | 6 15 m. | 18,0 | 16,0 | 261,0 | | 40,3 | | 4,36 | |
| | 9 30 | 17,8 | 15,8 | 276,0 | | 15,0 | | 4,61 | |
| | 10 30 | 17,8 | 15,8 | 282,0 | | 6,0 | | 6,00 | |
| | 12 00 | 17,9 | 16,0 | 289,0 | | 7,0 | | 4,67 | |
| Juin 18 . . . | 1 00 s. | 17,9 | 16,0 | 293,0 | | 4,0 | | 4,00 | |
| | 2 15 | 17,9 | 16,2 | 298,0 | | 5,0 | | 4,00 | |
| | 3 00 | 17,9 | 16,2 | 301,0 | | 3,0 | | 4,00 | |
| | 5 30 | 17,9 | 16,2 | 311,0 | | 10,0 | | 4,00 | |
| | 7 00 | 17,9 | 16,0 | 320,0 | | 9,0 | | 6,00 | |
| | 9 00 | 18,2 | 16,1 | 326,0 | | 6,0 | | 3,00 | |
| | 11 15 m. | 17,8 | 16,2 | 373,4 | | 47,4 | | 3,32 | |
| | — | — | — | — | | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 12 00 | 17,9 | 16,3 | 97,2 | | | | | |
| | 1 30 s. | 18,1 | 16,8 | 102,1 | | 4,9 | | 3,26 | |
| Juin 19 . . . | 4 30 | 18,1 | 16,7 | 110,9 | | 8,8 | | 2,93 | |
| | 5 30 | 18,0 | 16,5 | 112,7 | | 1,8 | | 1,80 | |
| | 6 30 | 18,0 | 16,4 | 112,6 | — | 0,1 | — | 0,10 | |
| | 7 30 | 18,0 | 16,4 | 111,6 | — | 1,0 | — | 0,10 | |
| | 9 00 | 17,7 | 16,2 | 109,6 | — | 2,0 | — | 1,33 | |
| Juin 20 . . . | 8 30 m. | 17,8 | 16,3 | 99,9 | — | 9,7 | — | 0,84 | |
| | 1 30 s. | 18,3 | 16,7 | 94,6 | — | 5,3 | — | 1,06 | |

A partir de ce moment baisse rapide.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## 44. Zea Mays.

Plante âgée de deux mois, cultivée dans un vase mesurant 12,5 sur 15 centimètres. La tige mesure, à partir de la surface de la terre jusqu'à l'extrémité de la feuille la plus longue, 515 mm.; diamètre, 7,3 sur 5,2 mm.— La feuille inférieure est desséchée, cinq autres sont en bon état et mesurent : la première, 151 sur 9 mm., la seconde, 240 sur 16 mm., la troisième, 360 sur 16 mm., la quatrième, 380 sur 25 mm., la cinquième, 290 sur 26 mm.; une sixième feuille commence à se montrer. — Volume des racines desséchées : 4000 mm. cubes.

Depuis vingt-quatre heures le vase de cette plante plonge dans une soucoupe pleine d'eau; elle n'a point d'autre arrosage ; la terre est à peu près saturée d'humidité.

La décapitation a lieu à 50 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Un tube vertical est adapté au moignon. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 4,2.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 16 . . . | 3 25 s. | 18°,0 | 17°,5 | | | | Décapitation. |
| | 4 15 | 18,0 | 17,5 | 61,4 | | | |
| | 6 15 | 17,5 | 16.8 | 63.0 | 1,6 | 0,80 | |
| | 7 00 | 17,8 | 16,6 | 65,2 | 2,2 | 2,93 | |
| | 8 30 | 17,5 | 16,6 | 71.0 | 5,8 | 3,87 | |
| | 9 10 | 17,9 | 16,8 | 75,1 | 4,1 | 6,15 | |
| | 10 15 | 18,0 | 16,8 | 79,6 | 4,5 | 4,20 | |
| Juin 17 . . . | 5 15 m. | 16,9 | 16,0 | 98,4 | 18,8 | 2,68 | |
| | 7 15 | 18,0 | 16,1 | 100,1 | 1,7 | 0,85 | |
| | 8 00 | 17,6 | 16,3 | 100,3 | 0,2 | 0,27 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 00 | 17,8 | 16,4 | 99,3 | — | 1,0 | — | 1,00 |
| | 10 00 | 18,0 | 16,5 | 98,4 | — | 0,9 | — | 0,90 |
| | 11 00 | 18,0 | 16,6 | 93,9 | — | 4,5 | — | 4,50 |
| | 12 00 | 18,0 | 16,8 | 88,0 | — | 5,9 | — | 5,90 |
| | 1 00 s. | 17,8 | 16,8 | 81,5 | — | 6,5 | — | 6,50 |
| | 2 00 | 17,9 | 16,8 | 74,2 | — | 7,3 | — | 7,30 |
| Juin 17 . . . | 3 00 | 18,0 | 16,8 | 67,3 | — | 6,9 | — | 6,90 |
| | 4 00 | 18,0 | 16,9 | 61,5 | — | 5,8 | — | 5,80 |
| | 5 00 | 18,0 | 16,9 | 56,0 | — | 5,5 | — | 5,50 |
| | 6 00 | 17,9 | 16,9 | 50,5 | — | 5,5 | — | 5,50 |
| | 7 00 | 17,9 | 16,9 | 47,0 | — | 3,5 | — | 3,50 |
| | 8 00 | 17,6 | 16,8 | 43,0 | — | 4,0 | — | 4,00 |
| | 9 00 | 17,8 | 16,7 | 38,0 | — | 5,0 | — | 5,00 |

L'eau a continué à baisser rapidement et d'une manière continue.

---

### 45. Zea Mays.

Plante âgée de deux mois, cultivée dans un vase mesurant 12 sur 14,5 centimètres. Cette plante est de la même série de cultures que les précédentes, mais son apparence est plus chétive. — La tige mesure, à partir de la surface de la terre jusqu'à l'extrémité de la feuille la plus longue, 500 mm. ; diamètre, 7,5 sur 4,5 mm. — La feuille inférieure est desséchée, cinq autres sont en bon état et mesurent : la première, 110 sur 15 mm., la seconde, 230 sur 15 mm., la troisième 350 sur 20 mm., la quatrième, 300 sur 24 mm., la cinquième, 125 sur 17 mm. — Volume des racines desséchées : 2500 mm. cubes.

La décapitation a lieu à 40 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Digitized by Google

Le moignon est adapté au manomètre. La pression est donnée par une colonne d'eau. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur par 20,0.

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 17 . . . | 8 00 m. | 17°,6 | 16°,6 | | | | Arrosage. |
| | 11 30 | 18,0 | 16,8 | | | | Décapitation. |
| | — | — | — | 0,0 | — | — | Tenue pendant deux heures sous pression zéro. |
| | 2 00 s. | 17,9 | 16,9 | 590,0 | | | |
| | 2 40 | 18,0 | 16,9 | 580,0 | — 10,0 | — 15,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 2 40 | 18,0 | 16.9 | 559,0 | | | |
| | 3 00 | 18,0 | 16,9 | 558,0 | — 1,0 | — 3,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 00 | 18,0 | 16,9 | 540,0 | | | |
| | 3 30 | 17,9 | 16,9 | 539,0 | — 1,0 | — 2,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 30 | 17,9 | 16,9 | 440,0 | | | |
| | 3 45 | 18,0 | 16,9 | 440,0 | 0,0 | 0,00 | |
| | 3 50 | 18,0 | 16,9 | 440,0 | 0.0 | 0,00 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 3 50 | 18,0 | 16,9 | 430,0 | | | |
| | 4 15 | 18.0 | 16,9 | 429,5 | — 0,5 | — 1,20 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 15 | 18,0 | 16,9 | 360,0 | | | |
| | 4 30 | 18,0 | 16.9 | 360,2 | + 0,2 | + 0,80 | |
| | — | — | — | — | — | — | J'élève le niveau. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 17 . . . | 4 34 | 18,0 | 16,9 | 390,0 | | | | |
| | 4 54 | 18,0 | 16,8 | 389,8 | — | 0,2 | — | 0,60 |
| | — | — | — | — | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 4 55 | 17,2 | 16,8 | 375,1 | | | | |
| | 5 25 | 17,2 | 16,8 | 374,5 | — | 0,6 | — | 1,20 |
| | — | — | — | — | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 25 | 17,9 | 16,8 | 370,0 | | | | |
| | 5 50 | 17,9 | 16,8 | 369,5 | — | 0,5 | — | 1,20 |
| | — | — | — | — | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 5 50 | 17,9 | 16,8 | 365,0 | | | | |
| | 6 05 | 17,9 | 16,8 | 364,8 | — | 0,2 | — | 0,80 |
| | — | — | — | — | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 07 | 18,0 | 16,8 | 363,0 | | | | |
| | 6 37 | 18,0 | 16,7 | 362,5 | — | 0,5 | — | 1,00 |
| | — | — | — | — | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 6 40 | 18,0 | 16,7 | 360,0 | | | | |
| | 8 10 | 17,7 | 16,6 | 358,6 | — | 1,4 | — | 0,93 |
| | — | — | — | — | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 8 15 | 17,7 | 16,6 | 350,0 | | | | |
| | 9 15 | 18,0 | 17,0 | 348,9 | — | 1,1 | — | 1,10 |
| | — | — | — | — | — | | — | J'abaisse le niveau. |
| | 9 15 | 18,0 | 17,0 | 330,0 | | | | Arrosage ; 30 cc. d'eau. |
| Juin 18 . . . | 6 00 m. | 18,0 | 16,7 | ? | — | ? | — | ? Baisse continue pendant la nuit. |
| | 6 15 | 18,0 | 16,8 | 240,0 | | | | |
| | 12 00 | 17,9 | 16,6 | 236,0 | — | 4,0 | — | 0,69 |
| | 3 00 s. | 17,9 | 16,6 | 232,0 | — | 4,0 | — | 1,33 |
| | 7 00 | 17,9 | 16,7 | 225,0 | — | 7,0 | — | 1,75 |
| | 9 00 | 18,2 | 17,0 | 223,0 | — | 2,0 | — | 1,00 |

La baisse continue le lendemain à toutes les pressions, même à la pression zéro.

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température | | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AIR | TERRE | | total. | par heure. | |

## 46. Zea Mays.

Trois pieds presque identiques, cultivés dans un seul et même vase, haut de 16 centimètres, large à la partie supérieure, de 21 centimètres. Plantes âgées de deux mois, en très bon état.

La plante A mesure jusqu'au sommet de la plus longue feuille, depuis la surface de la terre, 720 mm., la plante B, 650 mm., la plante C, 440 mm.; diamètre: A 9,5 sur 6,0 mm., B 8,0 sur 4,5 mm., C 7,0 sur 4,0 mm. — A a six feuilles développées et une septième assez avancée; B a six feuilles développées, la septième à peine visible; C a six feuilles développées, pas de septième visible. La plus grande feuille mesure, chez A, 550 sur 25 mm., chez B, 400 sur 19 mm., chez C, 300 sur 15 mm.; la plus petite mesure, chez A, 190 sur 12 mm., chez B, 180 sur 8 mm., chez C. 130 sur 11 mm.

L'arrosage se fait toujours, un quart au centre du vase, et un quart sur chacun des trois pieds.

La décapitation a lieu, pour A, à 100 mm. au-dessus de la surface de la terre, pour B, à 50 mm. au-dessus de la surface de la terre, pour C, à 25 mm. au-dessus de la surface de la terre.

Sur chaque moignon est adapté un tube vertical. Pour trouver la quantité de sève en mm. cubes, multiplier les chiffres qui indiquent l'accroissement en hauteur, pour A, par 5,8, pour B, par 6,1, pour C, par 5,7.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 16 . . . | 2 15 s. | • | • | A | | | Décapitation. |
| | 2 30 | 18,0 | 16,6 | B | | | Décapitation. |
| | 2 45 | | | C | | | Décapitation. |
| | 3 10 | | | A | 50,0 | | |
| | 3 12 | 18,0 | 16,6 | B | 50,0 | | |
| | 3 15 | | | C | 50,0 | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 30 | 18,0 | 16,6 | A | 52,7 | | 52,7 | 8,10 | |
| | | | | B | 55,9 | | 55,9 | 19,62 | |
| | | | | C | 59,0 | | 59,0 | 36,00 | |
| | 4 00 | 18,0 | 16,6 | A | 50,0 | (— | 2,7) | | ? |
| | | | | B | 57,9 | + | 2,0 | 4,00 | |
| | | | | C | 59,8 | + | 0,8 | 1,60 | |
| | 6 15 | 17,5 | 15,9 | A | — | | — | — | Interruption pour réparer une fuite. |
| | | | | B | 64,8 | | 6,9 | 3,07 | |
| | | | | C | 60,5 | | 0,7 | 0,31 | |
| | 6 30 | | | A | 57,6 | | | | Remis colonne à ce niveau. |
| Juin 16 . . . | 7 00 | 17,8 | 16,0 | A | 59,1 | | 1,5 | 3,00 | |
| | | | | B | 64,9 | | 0,1 | 0,13 | |
| | | | | C | 61,1 | | 0,6 | 0,80 | |
| | 8 15 | 17,5 | 15,9 | A | 61,2 | | 2,1 | 1,68 | |
| | | | | B | 69,8 | | 4,9 | 3,92 | |
| | | | | C | 61,9 | | 0,8 | 0,64 | |
| | 9 00 | 17,8 | 16,0 | A | 62,3 | | 1,1 | 1,47 | |
| | | | | B | 71,7 | | 1,9 | 2,53 | |
| | | | | C | 62,4 | | 0,5 | 0,67 | |
| | 10 00 | 18,0 | 16,2 | A | 63,6 | | 1,3 | 1,30 | |
| | | | | B | 75,4 | | 3,7 | 3,70 | |
| | | | | C | 63,4 | | 1,0 | 1,00 | |
| | 5 00 m. | 16,8 | 15,3 | A | 67,8 | | 4,2 | 0,60 | |
| | | | | B | 92,7 | | 17,3 | 2,47 | |
| | | | | C | 67,5 | | 4,1 | 0,58 | |
| Juin 17 . . . | 7 15 | 18,0 | 15,6 | A | 68,3 | | 0,5 | 0,22 | |
| | | | | B | 96,6 | | 3,9 | 1,73 | |
| | | | | C | 68,9 | | 1,4 | 0,62 | |
| | 8 00 | 17,6 | 15,8 | A | 68,3 | | 0,0 | 0,00 | |
| | | | | B | 97,3 | | 0,7 | 0,93 | |
| | | | | C | 68,9 | | 0,0 | 0,00 | |
| | 9 00 | 17,8 | 15,8 | A | 68,0 | — | 0,3 | — 0,30 | |
| | | | | B | 99,0 | | 1,7 | 1,70 | A 9 h. 15 m. arrosage. |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juin 17 . . . | 9 00 | 17°,8 | 15°,8 | C 69,0 | 0,1 | — 0,10 | |
| | | | | A 66,6 | — 1,4 | — 1,40 | |
| | 10 00 | 18,0 | 16,0 | B 100,8 | 1,8 | 1,80 | |
| | | | | C 69,5 | 0,5 | 0,50 | |
| | | | | A 64,8 | — 1,8 | — 1,80 | |
| | 11 00 | 18,0 | 16,1 | B 101,3 | 0,5 | 0,50 | |
| | | | | C 70,2 | 0,7 | 0,70 | |
| | | | | A 63,0 | — 1,8 | — 1,80 | |
| | 12 00 | 18,0 | 16,2 | B 103,5 | 2,2 | 2,20 | |
| | | | | C 70,6 | 0,4 | 0,40 | |
| | | | | A 61,8 | — 1,2 | — 1,20 | |
| | 1 00 s. | 17,8 | 16,3 | B 104,3 | 0,8 | 0,80 | |
| | | | | C 70,8 | 0,2 | 0,20 | |
| | | | | A 60,3 | — 1,5 | — 1,50 | |
| | 2 00 | 17,9 | 16,4 | B 106,0 | 1,7 | 1,70 | |
| | | | | C 71,5 | 0,7 | 0,70 | |
| | | | | A 58,7 | — 1,6 | — 1,60 | |
| | 3 00 | 18,0 | 16,4 | B 107,6 | 1,6 | 1,60 | |
| | | | | C 71,8 | 0,3 | 0,30 | |
| | | | | A 57,4 | — 1,3 | — 1,30 | |
| | 4 00 | 18,0 | 16,4 | B 109,0 | 1,4 | 1,40 | |
| | | | | C 72,3 | 0,5 | 0,50 | |
| | | | | A 56,1 | — 1,3 | — 1,30 | |
| | 5 00 | 18,0 | 16,4 | B 110,0 | 1,0 | 1,00 | |
| | | | | C 72,8 | 0,5 | 0,50 | |
| | | | | A 55,1 | — 1,0 | — 1,00 | |
| | 6 00 | 17,9 | 16,4 | B 110,2 | 0,2 | 0,20 | |
| | | | | C 73,3 | 0,5 | 0,50 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 00 | 17,9 | 16,4 | A 54,4 | — | 0,7 | — | 0,70 | |
| | | | | B 112,3 | | 2,1 | | 2,10 | |
| | | | | C 73.9 | | 0,6 | | 0,60 | |
| Juin 17 . . . | 8 00 | 17,6 | 16,4 | A 53,0 | — | 1.4 | — | 1,40 | |
| | | | | B 112,7 | | 0,4 | | 0,40 | |
| | | | | C 74,7 | | 0,8 | | 0,80 | |
| | 9 00 | 17,8 | 16,3 | A 51,3 | — | 1,7 | — | 1,70 | |
| | | | | B 113,6 | | 0,9 | | 0,90 | |
| | | | | C 75,0 | | 0,3 | | 0.30 | |
| | 9 30 | | | | | | | | **Arrosage.** Le niveau a baissé chez A jusque dans la partie élargie du tube. |
| Juin 18 . . . | 9 30 s. | 18,2 | 17,3 | A — | | | | | |
| | | | | B 135,7 | | 22,1 | | 0,90 | |
| | | | | C 91,2 | | 16,2 | | 0,66 | |
| | 10 45 m. | 17,7 | 16.6 | A — | | | | | |
| | | | | B 135,2 | — | 0.5 | — | 0,04 | |
| | | | | C 98,9 | | 7,7 | | 0,52 | |
| | 12 00 | 17,8 | 16,6 | A — | | | | | |
| | | | | B 136,3 | + | 1,1 | + | 0,88 | |
| | | | | C 99.2 | | 0,3 | | 0,24 | |
| | 12 15 s. | 17,9 | | | | | | | **Arrosage.** Remis colonne à ce niveau. |
| Juin 19 . . . | 1 30 | 17,9 | 16,6 | A 76,0 | | | | | |
| | | | | B 135,5 | — | 0,8 | — | 0,53 | |
| | | | | C 100,4 | | 1.2 | | 0.80 | |
| | 4 30 | 18,1 | 17,0 | A 70,5 | — | 5,5 | — | 1,83 | |
| | | | | B 135,4 | — | 0,1 | — | 0,03 | |
| | | | | C 103,4 | | 3,0 | | 1,00 | |
| | 5 30 | 18,1 | 17,0 | A 68.1 | — | 2,4 | — | 2,40 | |
| | | | | B 135,9 | — | 0,5 | — | 0,50 | |
| | | | | C 104,2 | | 0.8 | | 0,80 | |
| | 6 30 | 18,0 | 17,0 | A 65,6 | — | 2,5 | — | 2,50 | |
| | | | | B 135,8 | — | 0,1 | — | 0,10 | |
| | | | | C 104,9 | | 0,7 | | 0,70 | |
| | 7 30 | 18,0 | 16,9 | A 61,9 | — | 3,7 | — | 3,70 | |

Digitized by Google

| DATE | HEURE | Température AIR | Température TERRE | NIVEAU au-dessus de la surface de section. | ACCROISSEMENT total. | ACCROISSEMENT par heure. | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ° | ° | | | | |
| Juin 19 . . . | 7 30 | 18,0 | 16,9 | B 135,8 | — 0,0 | — 0,00 | |
| | | | | C 105,9 | 1,0 | 1,00 | |
| | 9 00 | 17,7 | 16,8 | A 54,1 | — 7,8 | — 5,20 | |
| | | | | B 135,3 | — 0,5 | — 0,33 | |
| | | | | C 107,5 | 1,6 | 1,07 | |
| Juin 20 . . . | 8 30 m. | 17,8 | 16,2 | A | | | A et B baissent rapidement, et en même temps se dégagent des bulles de gaz. |
| | | | | B | | | |
| | | | | C 115,2 | 7,7 | 0,67 | |
| | 1 30 s. | 18,3 | 17,3 | C 119,0 | 3,8 | 0,76 | |
| | 10 00 | 18,2 | 17,5 | C 123,6 | 4,6 | 0,54 | |
| Juin 21 . . . | 3 00 m. | 18,2 | 17,5 | C 126,0 | 2,4 | 0,48 | |

Digitized by Google

# IV

# ANALYSE DES EXPÉRIENCES

---

**Expérience 1.** *(Brassica.)*

Expérience avec manomètre ; durée, cinq jours.

Pendant le premier jour j'ai porté la pression de la colonne d'eau progressivement de 500 à 1500 mm. A une première inspection, on serait tenté de croire que la poussée exercée par la sève ascendante diminue de vigueur à mesure que la pression augmente. Il ne faudrait toutefois pas trop se hâter de tirer cette conclusion de quelques chiffres, car il ne faut pas perdre de vue que la quantité de sève expulsée à la surface de section est généralement supérieure pendant les premiers instants à ce qu'elle est dans la suite. Dans les dix minutes qu'embrassent les deux premières observations, par exemple, toutes les deux à la pression minimum de 500 mm., nous la voyons diminuer de moitié et tomber ainsi de 600 mm. cubes à l'heure, à 288 mm. cubes à l'heure. Ce qu'il est plus intéressant de constater, c'est que nous retrouvons la même poussée de 8 à 9 mm. à l'heure (soit 160 à 180 mm. cubes) aux pressions de 800, de 1000 et de 1300 mm. Mais la pression de 1400 mm. arrête le mouvement net ce premier jour pendant trois quarts d'heure.

Le soir du premier jour, à quatre heures, une colonne d'eau haute de 1400 mm. équilibrait donc la force motrice de la sève ascendante. C'est là ce qu'on nommait jusqu'ici la « pression absolue ».

Digitized by Google

Peu à peu cependant le mouvement ascensionnel reprend, et il le fait avec les brusques variations de hauts et de bas, que nous retrouverons dans toutes ces expériences et sur lesquelles je désire fixer l'attention dès cette première page, puisque aucun de mes illustres prédécesseurs ne semble avoir observé le phénomène en question. Hofmeister le mentionne, mais sans y attacher d'importance, ce qui n'est pas étonnant, puisque ses méthodes d'expérimentation ne lui permettaient pas d'en faire une étude méthodique; et Baranetzky et autres semblent n'avoir accordé aucune attention à un phénomène cependant si curieux.

Pendant la nuit, entre le premier et le second jour, l'accommodation à la nouvelle pression de 1500 mm. fait des progrès : le chiffre moyen de 3,92 mm. en hauteur à l'heure, pour les huit heures de la nuit, correspond exactement à celui de la veille, l'après-midi, sous une pression de 1000 mm.

J'ai ensuite continué à élever la pression progressivement, en la poussant jusqu'à 2200 mm., sans que la poussée diminuât sensiblement ; on serait même plutôt tenté de croire le contraire. Ayant laissé la colonne de pression à ce maximum de 2200 mm. pendant quatre heures consécutives, il se trouva que la poussée, de 4,5 mm. à l'heure qu'elle était au début, avait augmenté jusqu'à 10,0 mm. à l'heure, soit du double ; cette poussée égalait et dépassait même celle du jour précédent à la même heure (midi), sous une pression de 800 mm. seulement. Le fait d'augmenter la pression dans la proportion de 3 à 1 n'avait donc eu aucune influence durable sur la poussée de la sève ascendante, si ce n'est peut-être pour l'activer, et la sève continuait à être expulsée (à midi), par la surface de section de la tige, à raison de 200 mm. cubes à l'heure.

Pendant le restant de cette journée du 22 juin, j'ai fait une douzaine d'expériences sur l'influence qu'exercent de brusques changements de pression sur la marche de la sève ascendante. A deux exceptions près (à deux heures quinze et à sept heures deux minutes), chaque changement dans la hauteur de la colonne de pression produisit un changement inverse dans l'énergie de la poussée : c'est-à-dire qu'en diminuant subitement la pression, on augmentait subitement la poussée, et qu'en augmentant subitement la pression, on diminuait subitement la poussée. Toutefois, et quoique la durée de chaque nouvelle pression ait été sensiblement la même (un quart

Digitized by Google

d'heure en moyenne)[1], il est impossible de réduire cette action à une expression mathématique qui serait uniquement une fonction de la hauteur de la colonne de pression ; outre les deux exceptions mentionnées, où le changement de la pression et de la poussée ont suivi tous les deux le même sens, on trouve d'autres irrégularités. Pour le démontrer, je donne ici une table des douze essais en question :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Colonne de pression | diminuée | de 800mm. : | quantité de sève | à l'heure | diminuée | de | 35mm³. |
| » | » | augmentée de 700mm. : | » | » | » | diminuée de | 130mm³. |
| » | » | diminuée de 800mm. : | » | » | » | augmentée de | 286mm³. |
| » | » | augmentée de 800mm. : | » | » | » | diminuée de | 320mm³. |
| » | » | diminuée de 800mm. : | » | » | » | augmentée de | 297mm³. |
| » | » | augmentée de 100mm. : | » | » | » | diminuée de | 152mm³. |
| » | » | augmentée de 200mm. : | » | » | » | diminuée de | 68mm³. |
| » | » | diminuée de 300mm. : | » | » | » | augmentée de | 124mm³. |
| » | » | augmentée de 200mm. : | » | » | » | diminuée de | 128mm³. |
| » | » | augmentée de 100mm. : | » | » | » | augmentée de | 2mm³. |
| » | » | diminuée de 300mm. : | » | » | » | augmentée de | 118mm³. |
| » | » | augmentée de 400mm. : | » | » | » | diminuée de | 192mm³. |

Et cependant l'irrégularité n'est pas aussi grande qu'elle le paraît au premier abord, car en examinant ces résultats de plus près, nous finissons par découvrir la raison de ces écarts. Une première raison, c'est que le chiffre duquel nous déduisons l'influence d'un changement de pression sur la poussée de la sève ascendante dépend beaucoup de la durée de l'observation. Pour que les chiffres soient comparables, il faut qu'ils se rapportent au même laps de temps. Si le premier chiffre, par exemple, semble aller à l'encontre des suivants, un changement de 800 mm. de pression ayant produit un léger changement de la poussée dans la même direction, c'est qu'aussi la moyenne est tirée pour une durée de deux heures et non pas pour un quart d'heure ou vingt minutes, comme dans les cas suivants. Ici l'accommodation à une nouvelle pression avait eu le temps de se produire ; la diminution de résistance avait conduit à une diminution de la poussée de la sève ascendante. Une seconde raison, c'est que ce n'est pas seulement l'écart entre deux pressions qui crée l'importance de la réaction, mais qu'il faut aussi tenir compte de la durée pendant laquelle la pression antérieure a agi sur la plante ; mes expériences prouvent abondamment que plus cette durée était longue, plus la réaction est violente. Ici, par exemple, si la troisième diminution de 800 mm. donne pour la poussée un chiffre légèrement supérieur à la

[1] A l'exception de la première.



Digitized by Google

seconde diminution de 800 mm., cela tient certainement à ce que cette troisième fois le niveau de pression avait été maintenu pendant vingt minutes à 2100, la seconde fois pendant quinze minutes seulement. Ces remarques sont très importantes, puisqu'elles tendent à montrer que, quelle que soit la nature des agents qui produisent la poussée de la sève, ces agents possèdent la faculté de *s'accommoder* à des pressions variables.

Nous retrouverons dans la suite de ces expériences de nombreux exemples de cette faculté d'*accommodation*, qui est, je crois, le résultat le plus clair et le plus important de mes recherches. En voici encore un autre que nous offre la table de la page précédente. La colonne de pression a deux fois été augmentée de 200 mm.; la seconde fois ce changement a eu sur la poussée de la sève un effet juste double de la première. Mais c'est qu'aussi la première fois cette augmentation de 200 mm. ne fait que continuer dans le même sens une augmentation précédente de 100 mm., tandis que la seconde fois l'augmentation de 200 mm. succède brusquement à une diminution de 300 mm. La première fois, le changement de pression se fait donc dans le même sens que l'effort d'accommodation, la seconde fois il va juste à l'encontre. Les autres chiffres de cette petite table viendront appuyer, pour celui qui les étudie soigneusement, ces exemples que je ne veux pas multiplier pour ne pas trop allonger l'analyse.

A partir de sept heures et demie du 22 juin, je laisse le niveau de pression à 1700 mm. En vingt-huit heures, la poussée de la sève l'avait élevée de 100 mm.

Le quatrième jour (24 juin), j'ai de nouveau fait une série d'expériences sur l'influence des changements de pression sur la quantité de la sève ascendante, et, cette fois, avec des écarts plus importants. Les résultats sont les mêmes, mais plus marqués, et ils sont complétés par des observations sur la durée des violentes réactions que produisent des changements subits de la résistance. Lorsque, par exemple, (voir 24 juin, cinq heures), après avoir tenu la pression pendant une heure et vingt minutes à 30 mm. seulement, j'élève la colonne subitement à 2200 mm., il se produit dans le mouvement de la sève un écart qui équivaut à 1296 mm. cubes par heure, et au lieu de soulever la sève dans le tube manométrique, à raison de 96 mm. cubes à l'heure, la tige *absorbe* l'eau à raison de 1200 mm. cubes à l'heure. Mais ce mouvement violent ne dure qu'un instant; en deux minutes

Digitized by Google

il n'est plus que de moitié aussi fort, en trois minutes et demie, d'un tiers, en six minutes, d'un cinquième, en un quart d'heure, d'un dixième; et, chose qui étonne au premier abord, une demi-heure après ce mouvement négatif, après cette succion qu'exerçait la tige, nous retrouvons une poussée positive de 84 mm. cubes à l'heure, c'est-à-dire sensiblement égale à celle qu'exerçait la plante à la pression de 30 mm. ! [1].

Pour terminer cette analyse — que j'ai faite un peu détaillée, pour indiquer de quelle façon mes tables d'observation doivent être étudiées, si on veut en déduire tout ce qu'elles enseignent — je ferai remarquer (le 25 juin), la grande et subite influence de l'arrosage sur la poussée de la sève ascendante. La tige aspirait l'eau à raison de 15 mm. cubes à l'heure; immédiatement après l'arrosage, elle l'expulse à raison de 54 mm. cubes à l'heure. — En examinant mes tables, on verra que l'influence de l'arrosage est, en général, d'autant plus grande que la plante est plus affaiblie, et que cette influence n'est même alors que passagère et modifie rarement d'une façon profonde la courbe diurne de la poussée de la sève ascendante.

---

**Expérience 2.** (*Brassica.*)

Expérience avec manomètre; durée, deux jours. Pression exercée par une colonne de mercure.

Cette petite expérience présente plusieurs points de grand intérêt. Au début, la surface de section a été placée sous une pression négative de près de 200 mm. (calculée en pression $H_2O$). On pourrait croire que sous ces conditions la sève serait pompée avec une grande énergie, mais cela n'a lieu que pendant la première heure; au bout de deux heures la poussée est de 13,60 mm. en hauteur (= 272 mm. cubes) à l'heure, chiffre qui sera dépassé de beaucoup dans la suite de l'expérience sous des pressions positives de 500, de 800 et de 900 mm. [2]. En étudiant attentivement la table de cette expérience,

[1] Le mouvement négatif qui suit n'est pas étonnant; d'abord, la plante est déjà passablement épuisée, et ensuite nous retrouvons fréquemment chez les *Brassica* un minimum du soir très prononcé.

[2] Pour de nombreux essais avec des pressions « négatives », voir l'analyse de l'expérience 34.

Digitized by Google

on ne pourra guère douter que (au moins dans de certaines limites) *l'augmentation de la pression suscite une augmentation de la poussée de la sève ascendante.* Plusieurs expériences ultérieures viendront confirmer ce fait.

On remarquera que lorsque je tentai pour la première fois de faire agir une pression positive sur la surface de section, si minime qu'elle fût (34 mm.), elle n'en entraîna pas moins une succion rapide. L'équilibre (la « pression absolue » de Hofmeister, Sachs, etc.) se trouvait à ce moment à la pression négative de — 34 mm. Lorsque ensuite j'élevai la pression à 760 mm., il se produisit au premier instant une chute à raison de 816 mm. à l'heure, c'est-à-dire que la tige aspirait l'eau à raison de 16320 mm. cubes à l'heure. Toutefois, ayant maintenu cette pression pendant une demi-heure (sans que le mouvement de baisse cessât), et l'ayant ensuite réduite à 530 mm., une forte poussée se produisit aussitôt et continua pendant vingt-six heures (jusqu'à la fin de l'expérience), en se créant ainsi une pression de plus en plus considérable qui, à la fin, dépassait 1000 mm., et sans que l'énergie de cette force motrice ne se montrât aucunement diminuée par l'augmentation de la pression.

Il y a encore un point qui mérite d'être noté : c'est la grande amplitude des oscillations dans la poussée de la sève. Cette poussée n'est ni constante, ni uniforme dans sa progression ; nous trouvons une alternance (plus ou moins régulière, selon la fréquence des observations) de chiffres dont le rapport est souvent de 1 à 2, ou de 1 à 4, mais qui peut atteindre 1 à 20 et même plus[1]. Réduite en courbe graphique, la marche de la sève ascendante est ici une ligne en zigzags, et j'ajouterai tout de suite que cela est toujours le cas, pourvu qu'on ait soin de noter d'une manière suffisamment fréquente les chiffres de la poussée[2]. Mais ce qui fait l'intérêt spécial de l'expérience que j'analyse, c'est qu'ici ces oscillations sont d'une amplitude peu commune. Il n'y a pas à douter (surtout si l'on compare l'expérience 24) que ce phénomène est dû à l'emploi du mercure. Le mercure étant 13,96 fois plus lourd que l'eau, l'expulsion de 100 mm. cubes de sève, par exemple, produit une augmentation de la pression égale à celle d'une colonne d'eau haute

[1] Voir la table et consulter en outre la courbe n° 2.

[2] Consulter l'analyse de l'expérience 25, par exemple.

Digitized by Google

de 1396 mm. Or, s'il s'agissait ici d'un phénomène d'ordre purement statique et qui tendrait tout bonnement à l'équilibre, on ne comprendrait pas pourquoi il se produit des oscillations, et pourquoi ces oscillations sont tellement plus marquées avec le mercure qu'avec l'eau. Si, par contre, il s'agit ici d'un phénomène d'ordre organique et vital, si la force de propulsion de la sève ascendante est une force qui *s'accommode* aux diverses résistances qu'elle rencontre, alors on comprend fort bien que lorsque la pression augmente (ou diminue) beaucoup plus vite, comme cela est le cas lorsque la colonne à soulever est du mercure au lieu d'être de l'eau, les oscillations doivent être plus amples, de sorte que, par exemple, à une soudaine poussée de 1632 mm. cubes à l'heure, succède un arrêt complet pendant une demi-heure[1].

On remarquera que la poussée maximum de 81,60 mm. en hauteur à l'heure se produit, le 28 juin, deux fois : la première fois à midi, et la seconde fois à cinq heures et demie du soir. Cela montre combien il faut être prudent en attribuant de tels chiffres à des phénomènes de périodicité diurne ou à l'influence de l'arrosage.

---

### **Expérience 3.** (*Brassica.*)

Expérience avec manomètre; durée, trois jours.

Une chose frappe ici au premier abord : c'est le peu de vigueur de la poussée de la sève ascendante, relativement à celle observée dans les expériences 1 et 2. Lorsqu'on constate ensuite que le volume total des racines (desséchées) n'atteint ici que 1000 mm. cubes, tandis que dans l'expérience 1 il était de 2500 et dans l'expérience 2 de 4500 mm. cubes, on peut se demander s'il n'y a pas ici une relation de cause à effet. On serait d'autant plus tenté de le croire que chez la plante de l'expérience 2 la poussée est incontestablement très supérieure à ce qu'elle est chez celle de l'expérience 1. Nous constatons donc qu'il y

[1] Hofmeister avait déjà remarqué le fait, mais sans avoir tenté de l'interpréter; il écrit : « Le mercure se meut plus vite que la sève, soit en montant, soit en descendant. » (*Flora*, 1862, p. 115.) Voir la discussion du phénomène dans l'analyse de mon expérience, n° 20.

Digitized by Google

a ici un rapport entre le développement du système des racines et la poussée de la sève ascendante. Mais il ne faudrait pas trop se hâter de conclure; il se pourrait que le développement du système des racines fût un symptôme de la plus ou moins grande vigueur de l'individu en général, et la poussée de la sève un autre symptôme. — Quoi qu'il en soit, nous constatons dans la seconde journée de l'expérience 1 une poussée maximum de 16 mm., dans celle de l'expérience 2 de 81,60 mm., et dans celle de l'expérience 3 de 8,40 mm. (accroissement en hauteur à l'heure). Le rapport du volume des racines est de 1,00, 0,55 et 0,22; le rapport de ces chiffres maximums est de 1,00, 0,19 et 0,10.

Pendant toute la première journée, l'eau a généralement été aspirée à la surface de section, à toutes les pressions. On remarquera qu'en abaissant le niveau de pression, on a suscité un mouvement de succion encore plus prononcé, au moins momentanément[1]. Toutefois, ici également, de brusques poussées alternent avec le mouvement inverse, et en prenant les observations à des intervalles rapprochés, nous trouvons des séries de chiffres comme celle-ci : — 16,50, — 1,50, + 6,00 + 8,00, — 4,80, — 1,50, + 3,60, etc. On a presque l'impression d'une lutte. En considérant la table de ce premier jour, on est tenté de supposer qu'au niveau où la tige fut sectionnée il régnait avant la décapitation une pression négative, mais, ainsi qu'on l'a vu dans l'expérience précédente, ceci ne prouverait pas du tout que la sève n'était pas en même temps soulevée de bas en haut[2]. Quoi qu'il en soit, l'accommodation se produit de même ici et, à partir du matin du second jour, la poussée est devenue positive d'une façon permanente.

On remarquera l'effet énorme et instantané de l'arrosage, le matin du second jour. La poussée s'élève subitement de 34,40 mm. cubes à l'heure à 168 mm. cubes à l'heure, pour retomber dans une demi-heure à 20,60 mm. cubes à l'heure. Ce cas, appuyé par d'innombrables autres, démontre que, quelle que soit la force propulsive de la sève ascendante, l'état de plus ou moins de turgescence des cellules radiculaires n'est pas sans l'influencer. Mais, pour bien juger de ce phénomène, il est nécessaire que je répète ce que j'ai déjà fait remarquer

[1] Voir l'observation de 2 heures 2 min., et surtout celle de 4,35 s. Le même phénomène se rencontre dans l'expérience 15.

[2] Consulter aussi les expériences 22, 34, etc.

Digitized by Google

en analysant l'expérience 1, que — d'une façon générale — l'influence de l'arrosage est d'autant plus grande que la plante est plus faible, les racines moins développées, ou bien l'individu plus épuisé par les conditions anormales de ces expériences vivisectrices.

---

**Expérience 4.** *(Brassica.)*

Expérience avec manomètre ; durée, sept jours.

Cette plante était extrêmement vigoureuse. L'écoulement de la sève, très fort pendant la première heure, diminue vite, et atteint en quatre heures environ un chiffre qu'il conserve en moyenne (sous conditions égales) jusqu'à la fin de l'expérience.

Pendant les trente premières heures, le niveau de pression a été constamment ramené à zéro. Aucune périodicité marquée n'a pu être constatée ; la poussée de la sève ascendante restait pendant la nuit sensiblement égale à ce qu'elle était pendant le jour.

Il n'est pas sans intérêt de noter que cette expérience, ainsi que la suivante, ont été faites au beau milieu de l'hiver avec des plantes cultivées en pleine terre, et que ni l'énergie de la sève ascendante, ni les phénomènes de périodicité, etc. n'ont semblé différer de ce qu'on avait observé pour les *Brassica* des expériences 1, 2 et 3, au plus fort de l'été.

On remarquera que l'arrosage (le 2 février, à midi 50, le 3 février, à 4 h. 50 du matin, le 4 février, à 7 h. 40 du matin) n'a pas l'ombre d'effet sur la poussée de la sève, pas même lorsque je verse 400 $cm^3$ d'eau chauffée à 20° centigr. Ceci vient confirmer ce que j'ai dit en analysant les expériences précédentes sur l'effet de l'arrosage sur la sève ascendante, qui n'est en général notable que chez des plantes peu vigoureuses ou affaiblies par les conditions normales d'une expérience prolongée.

A partir du soir du second jour, j'ai fait de nombreuses expériences sur l'influence de changements de la pression sur la marche de la sève ascendante. On trouvera 110 changements de pression allant de zéro à 700 mm. — Une analyse détaillée de cette longue série de chiffres, ainsi que de celles des expériences 5, 31, 32, 34, etc.,

Digitized by Google

grossirait cette dissertation outre mesure. Je me bornerai donc à attirer l'attention du lecteur sur quelques-uns des points que cette expérience met plus spécialement en lumière; je me contente de brèves indications; celui qui étudie la table de l'expérience pourra juger du bien-fondé de ce que j'avance.

Comme dans l'expérience 1, un abaissement soudain de la pression entraîne toujours immédiatement une augmentation subite de la poussée de la sève ascendante, et vice versa. Le 2 février, par exemple, on trouve une longue série d'expériences dans lesquelles le niveau de pression a été porté à 100, 200 et 300 mm., en le ramenant constamment à zéro après chaque relèvement. On voit déjà ici que l'augmentation de la poussée, lorsqu'on rabaisse le niveau à zéro, est d'autant plus considérable que la pression antérieure a été plus grande. Les expériences du 3 février, dans lesquelles la pression a été portée à 400, 500, 600 et 700 mm., rendent ce phénomène encore plus sensible et ne laissent aucun doute à ce sujet.

Lorsque, après avoir changé la pression dans n'importe quel sens, on la ramène au niveau précédent, la poussée exercée par la sève ascendante n'est pas égale en énergie à ce qu'elle était auparavant à ce même niveau; elle est supérieure, si la pression avait été augmentée dans l'intérim; inférieure, si la pression avait été diminuée.

On trouvera dans cette expérience de nouveaux exemples de ce phénomène que j'ai déjà signalé de l'*accommodation* de la force des racines à de nouvelles pressions. Le 3 février, par exemple, entre sept et huit heures du matin, la tige aspirait vivement l'eau à la pression de 600 mm.; l'équilibre entre la poussée et la pression se trouvait à 590 mm. Mais, trente-cinq minutes après que la pression de 600 mm. eût causé une succion à raison de 1440 mm. cubes à l'heure, il se produisait, sous cette même pression, une poussée positive de 7,20 mm. en hauteur à l'heure (soit une expulsion de 144 mm. cubes de sève). Une heure plus tard, j'obtenais une poussée positive très marquée sous une pression de 690 mm. Il n'est pas douteux qu'on aurait pu pousser beaucoup plus loin.

Autre observation intéressante, due également au phénomène vital de l'*accommodation*. Un changement brusque de pression dans des proportions notables amène invariablement un mouvement très rapide, dans le sens inverse, de la part de la colonne d'eau que soutient la sève ascendante. Mais, plus ce changement de pression

Digitized by Google

s'opère lentement, moins cette réaction se manifeste; elle peut même disparaître complètement. Le 3 février, par exemple, à 4 h. 45 s., je relève la pression subitement de 0,0 à 600 mm. et aussi rapidement que possible (c'est-à-dire en trente secondes environ); il s'ensuit une vigoureuse aspiration à la surface de section, l'eau baisse dans le tube à vue d'œil, avec une vitesse d'environ 240 mm. à l'heure (ce qui représente 4800 mm. cubes de liquide). Après avoir remis la pression à zéro pendant dix minutes, je la porte de nouveau à 600 mm., mais en réglant l'augmentation de façon à ce qu'elle ne croisse qu'à raison de 55 mm. à la minute; arrivée à 600 mm., la tige aspire de nouveau, mais à raison de 27 mm. (soit 540 mm. cubes) à l'heure, la réaction n'a donc plus guère qu'un neuvième de l'énergie précédente. Après avoir de nouveau remis la pression à zéro pendant dix minutes, je relève le niveau de pression une troisième fois à 600 mm., mais à raison de 2 mm. à la minute seulement, de sorte que l'augmentation de la pression de zéro à 600 mm. se répartit sur une demi-heure; il n'y eut cette fois aucune aspiration d'eau; pendant dix minutes la colonne équilibra à cette pression de 600 mm., et ensuite une poussée positive de la sève ascendante se dessina et atteignit en vingt minutes le chiffre respectable de 7,20 mm. à l'heure en hauteur de colonne (soit 144 mm. cubes), chiffre qui n'est pas inférieur à la moyenne pour ce jour sous une pression zéro.

---

**Expérience 5.** *(Brassica.)*

Expérience avec manomètre; durée, huit jours.

Cette expérience est de tous points semblable à la précédente. On y trouvera soixante-dix changements de pression, variés de différentes manières. Les résultats des expériences précédentes sont confirmés par celle-ci; on trouvera de nouveaux exemples pour tous les points sur lesquels j'ai insisté dans les expériences précédentes; cela est évidemment utile, et dans des phénomènes aussi compliqués, on ne saurait avoir de trop nombreuses confirmations avant de généraliser; mais je n'y insisterai pas ici. Je laisserai au lecteur le soin d'étudier la table et je me contenterai de lui signaler quelques nouveaux résultats.

Digitized by Google

On remarquera d'abord que chez cette plante, de tout point semblable à la précédente, il y eut, au début de l'expérience, et à la pression zéro, une assez forte aspiration. La pression zéro constituait donc probablement une surcharge aux conditions de pression sous lesquelles la sève était soulevée au moment de la décapitation; dans l'expérience précédente cela n'avait pas été le cas, elle avait fourni une poussée positive immédiatement après la décapitation, et même très énergiquement positive, car elle expulsait la sève à raison de 10 800 mm. cubes à l'heure. Cela n'empêche pas que dans moins de vingt minutes, le *Brassica* de l'expérience 5 ne se fût également accommodé à la pression zéro, et que dans la suite la plante ne fournît à des pressions de 900 mm., par exemple, une poussée positive de la sève ascendante tout aussi énergique que celle du *Brassica* de l'expérience 4.

On trouvera d'intéressants exemples de l'effet de variations de la pression entre zéro et 900 mm. le 7 février, de 10 heures 30 du matin à trois heures. On remarquera aussi qu'en ramenant plusieurs fois de suite et rapidement le niveau de pression à un nouveau point, on annule assez vite le brusque mouvement contraire qui se produit au premier abord. C'est qu'en ramenant souvent la pression à un même point, on facilite cette tendance de la plante à s'*accommoder* à chaque nouvelle pression, que nous retrouvons dans presque toutes mes expériences.

Pour ce qui est de la comparaison entre l'action exercée par un changement brusque de pression et celle que produit un changement de plus en plus lent, j'ai poussé ici plus loin les recherches commencées dans l'expérience précédente. — J'ai constaté d'abord que, si on observe très minutieusement, on aperçoit que même le plus petit changement de niveau produit un mouvement brusque en sens contraire. On en verra des exemples le 10 février, à 6 heures 17 et 6 heures 20 du matin. Il m'a suffi de diminuer la pression de 4 mm. pour constater un saut instantané de la sève ascendante de 0,8 mm.[1]. — On trouvera très fréquemment dans cette expérience l'indication « hausse instantanée », « chute instantanée »; il ne faudrait pas en conclure que le même phénomène n'avait pas lieu dans l'expérience précédente, seulement là, voulant avoir un chiffre précis, je n'avais

[1] Ce fait sera confirmé par plusieurs expériences ultérieures, surtout par les *Ficus* et *Calla*.

Digitized by Google

toujours noté le niveau qu'à la fin d'une minute entière, tandis qu'ici, ayant observé que toujours ce phénomène de mouvement brusque diminue très rapidement d'intensité, j'ai cherché à le rendre sensible en notant aussi exactement que possible son ampleur dans les premières secondes qui suivent l'application de la nouvelle pression. Le 10 février, par exemple, à 7 heures 38 du matin, et après une heure et demie de pression zéro, je fais peser une colonne d'eau de 200 mm. sur la surface de section. Dans les 2 (ou tout au plus 3) secondes qui suivent, il se produit une chute de 17 mm., dans les 58 suivantes la chute n'est plus que de 4,8 mm., dans les 60 qui suivent cette première minute, elle n'est plus que de 1,2 mm. Ces trois chiffres, réduits à l'unité du « tant à l'heure », nous donnent 38600, 297 et 72 mm. (en hauteur de colonne). On voit que si l'on ne note le premier chiffre qu'au bout d'une minute, on ne donne pas une notion précise de ce brusque mouvement de réaction qui est extrêmement violent au début, mais qui diminue très rapidement [1].

A partir de l'après-midi du 10 février, j'ai fait des expériences de changement de niveau selon une nouvelle méthode. J'ai d'abord constaté par de nombreux essais que si je fermais le robinet de communication avec la plante et que je le rouvrais sans avoir changé le niveau dans le tube manométrique, aucun mouvement ne se produisait, à moins toutefois de laisser ce robinet fermé pendant une dizaine de minutes, dans lequel cas il se produisait une hausse ou une chute subite selon que la poussée avait eu auparavant une tendance à augmenter ou à diminuer. Je pouvais donc, en fermant le robinet de communication avec la plante, et en augmentant ou diminuant rapidement la colonne d'eau dans le tube manométrique, pour rouvrir ensuite ce robinet, faire peser subitement et sans aucune transition une nouvelle pression sur la surface de section. On verra qu'avec cette méthode la réaction est encore plus énergique, ce qui confirme les résultats antérieurs. Par exemple, dans le cas que je viens de citer, une augmentation de 200 mm. avait produit dans les premières secondes une réaction de 17 mm.; maintenant (voyez par exemple 3 heures 4 soir) elle est de 20 mm., soit une augmentation d'environ 17 %.

[1] Voyez la discussion de cette même question dans l'analyse de l'expérience 34.

Digitized by Google

**Expérience 6.** *(Pelargonium.)*

Expérience avec un simple tube vertical; durée, vingt-trois jours.

On observe chez cette plante ainsi que chez celle de l'expérience suivante une périodicité diurne qui vaut la peine d'être signalée, quoiqu'elle ne soit pas très marquée. Je dois en effet avouer que je n'ai pu constater que chez peu de plantes cette périodicité régulière que certains auteurs ont eu l'idée fixe de trouver partout. Ce n'est guère que chez *Cucumis, Cucurbita*, *Aralia,* et chez *Senecio mikanioides* que j'ai vu une périodicité marquée et indubitable dans la marche de la sève ascendante, avec un maximun si bien établi à une époque fixe du jour que même l'arrosage ne le déplaçait que peu, et avec une période de minimum également marquée. Ici il suffit d'arroser l'après-midi (voir le 19 avril) pour obtenir le maximum le soir au lieu du matin ; mais enfin, en règle générale, le maximum de poussée a lieu le matin entre 9 heures et midi, et le minimum tombe sur le soir ou la nuit. Toutefois, cela dépend évidemment à tel point de l'arrosage (le 19 avril, par exemple, les chiffres du soir et de la nuit suivante sont supérieurs à tous ceux du jour) que chez le *Pelargonium* qui croît en pleine terre, la poussée de la sève ne doit pas être une fonction diurne, mais doit dépendre chaque jour de l'heure à laquelle les racines sont le plus abondamment approvisionnées d'humidité.

Le quatrième jour (avril 19), il y a un phénomène assez curieux d'arrêt complet (c'est-à-dire d'équilibre) qui dure de 8 heures du matin à 3 heures de l'après-midi. Il paraît certain que ce fait était dû au manque d'eau, puisque peu de minutes après l'arrosage, le mouvement ascensionnel de la sève reprit avec une vigueur sensiblement égale à celle du jour précédent à la même heure. Ce qui est remarquable, c'est que l'équilibre parfait ait duré si longtemps et sans que la plante absorbât une seule goutte d'eau par la surface de section.

On remarquera comment les chiffres des maxima diminuent. Celui du premier jour est le premier chiffre noté (ce qui est loin d'être toujours le cas, ainsi que le prétend Baranetzky sur l'évidence de ses expériences si peu concluantes), 18,53 mm. ; le chiffre maximum du second jour n'est plus que de 13 mm., celui du troisième de 8,30 mm.,

Digitized by Google

celui du quatrième de 4,60 mm., celui du cinquième de 1,20 mm., etc. Le huitième jour, le maximum n'était plus que de 0,80 mm., et il a été en diminuant, jusqu'à n'atteindre qu'une centaine de mm. sans toutefois cesser complètement; la colonne continuait à s'élever dans le tube. Or ce qui rend cette constatation particulièrement intéressante, c'est que la surface de section, ainsi que les cellules sous-jacentes, ont été trouvées en parfait état, mais qu'à douze mm. au-dessous de la surface de section plusieurs bourgeons s'étaient formés et poussaient vigoureusement.

---

**Expérience 7.** *(Pelargonium.)*

Expérience avec un simple tube vertical ; durée, cinq jours.

Cette plante est moins vigoureuse que la précédente, quoique en fort bon état. Le volume des racines desséchées (y compris le moignon inférieur de la tige) fut trouvé inférieur de 3100 mm. cubes à celui de la plante de l'expérience 6. Le volume des racines est donc inférieur ici de 31 % à celui de l'expérience précédente. Si on compare la quantité de sève expulsée dans les deux cas pendant les premières vingt-quatre heures après le commencement de chaque expérience, on trouve pour l'expérience 6 le chiffre de 847,20 mm. cubes, pour l'expérience 7 le chiffre de 473,44 mm.; cette seconde quantité est inférieure à la première de 56 %.

A l'exception de la vigueur de la poussée, ces deux expériences se ressemblent beaucoup. On trouve aussi dans cette dernière un arrêt complet (soit équilibre), mais pendant une demi-heure seulement, et à une pression de 190 mm. au lieu de 352 mm. On retrouve de même ici de très fortes oscillations dans la poussée.

---

**Expérience 8.** (*Tropœolum.*)

Expérience avec manomètre; durée, deux jours.

Je ne cite cette petite expérience que parce qu'ici, de nouveau, nous voyons une très faible énergie de la sève ascendante en conco-

Digitized by Google

mitance avec un système de racines très peu développé. La tige est ici plus haute et plus forte que dans le *Tropæolum* de l'expérience suivante, et cependant le système entier des racines ne mesure, en volume, que 1700 mm. cubes, celui de l'expérience 9, par contre, 7000 mm. cubes.

Le seul fait un peu saillant est que la pression de 200 mm. semble avoir exprimé l'état d'équilibre pendant toute l'expérience.

---

**Expérience 9.** *(Tropæolum.)*

Expérience avec manomètre ; durée, cinq jours.

Le premier point intéressant ici, ce sont les expériences poursuivies pendant la première nuit. Elles montrent que (du moins chez ce genre), ni la quantité de sève que soulève la force des racines, ni la pression sous laquelle cette sève est expulsée, ne sont inférieures la nuit à ce qu'elles sont le jour. L'après-midi, tout de suite après la décapitation et à une pression de quelques mm. seulement, le maximum avait été de 7,60 mm. (soit 95,7 mm. cubes) par heure ; à 2 heures 15 du matin, sous une pression de 240 mm., la sève montait à raison de 9 mm. à l'heure (soit 113,4 mm. cubes). — Il est à noter que l'énergie du mouvement de propulsion de la sève ascendante semble avoir augmenté à mesure que j'élevais la pression. Nous avons déjà plusieurs fois constaté des faits analogues dans les expériences précédentes[1] ; seulement ici, au lieu du mouvement inverse que nous avons vu se produire sans exception chez les *Brassica* (expériences 1 à 5), en élevant le niveau de pression de 26 mm. à 193 mm., il se produit immédiatement une poussée de 6 mm. à l'heure au lieu de celle de 4,7 mm. qui régnait auparavant. Toutefois, n'ayant pas fait d'observations avant un laps de plusieurs minutes, on peut se demander si la réaction n'a pas simplement passé inaperçue.

En poussant ensuite la pression à 240 mm., la poussée augmente de nouveau de 50 % et atteint le chiffre de 9 mm. à l'heure (en hau-

[1] Voir l'analyse des expériences 1, 2 et 3, et consulter surtout l'analyse de l'expérience 31.

Digitized by Google

teur). L'augmentation suivante de 100 mm. fait baisser la poussée à 5,4 mm. ; mais en surélevant la pression à 440 mm., elle reprend, et atteint un second maximum de 8,4 mm. à l'heure (soit 105 mm. cubes). Les augmentations au delà de ce niveau de 440 mm. ont une action inverse ; déjà à 540 mm. la poussée diminue de moitié, et à 830 mm. elle n'atteint plus que 3,60 mm. à l'heure (soit 45 mm. cubes). Ce chiffre de 3,6 mm. est inférieur d'un quart seulement au chiffre de 4,72 mm. que donnait la plante une heure et demie avant, à une pression de 25 mm.

Le matin du 21 juin, de sept heures et demie à midi et demi, on trouve d'autres résultats intéressants. — Au début, on voit le mouvement de la sève ascendante, sous une pression de 50 mm., osciller légèrement autour du chiffre de 7,45 mm. à l'heure. En élevant subitement la pression à 833 mm., ce chiffre tombe immédiatement à 5,4 et descend même jusqu'à 4,4 mm. ; la poussée diminue donc de 40 %. Mais ayant laissé agir cette pression pendant une heure, nous voyons la poussée augmenter peu à peu et se remettre au chiffre de 7,2 mm., soit sensiblement le même qu'à la pression de 50 mm. Ensuite, j'ai subitement diminué la pression, la réduisant de 840 mm. à 3 mm. La poussée augmenta immédiatement, passant brusquement de 7,2 à 11 mm. à l'heure et atteignant une demi-heure plus tard 13 mm. ; la poussée augmenta donc de 80 %; mais deux heures et demie plus tard (et après diverses oscillations) elle était de nouveau revenue à 7,21 — Ceci est un exemple remarquable d'*accommodation*.

J'ai déjà fait remarquer que le brusque mouvement inverse noté chez les *Brassica* n'a pas été observé ici. Je n'oserais pas affirmer qu'il n'existe pas; mais il doit être faible, puisqu'il m'a échappé. Une autre différence, c'est que chez les *Brassica* les premiers chiffres d'une colonne sont (presque toujours) les plus importants; ici, au contraire, comme on vient de le voir, l'effet maximum d'un changement de pression ne se fait sentir qu'après un certain temps : c'est trente-cinq minutes après avoir augmenté la pression que le minimum de 4,4 mm. se produisit, c'est une heure après l'avoir diminuée que le maximum de 13 mm. s'accusa.

---

Digitized by Google

**Expérience 10.** *(Crassula.)*

Expérience avec un simple tube vertical ; durée, cinq jours.

Les principaux points d'intérêt dans cette expérience, ce sont l'influence de l'arrosage et celle de la température sur les mouvements de la sève.

Avant la décapitation, cette plante avait été laissée sans eau pendant plusieurs jours, ce qu'elle supportait fort bien en sa qualité de plante grasse, très vigoureuse. Dès le début de l'expérience, elle aspira l'eau par la surface de section très vigoureusement ; l'eau baissait dans le tube à raison de 11,7 mm. à l'heure (40 mm. cubes). Après avoir arrosé deux fois, à vingt minutes de distance, et de façon à saturer la terre du vase, le mouvement de succion diminua subitement de deux tiers, et continua à diminuer peu à peu pendant les heures suivantes, sans toutefois cesser complètement. Dans le courant de la nuit un léger mouvement de propulsion se dessina et augmenta rapidement pour atteindre le lendemain un maximum entre 10 heures et 2 heures et ensuite baisser jusqu'à zéro et au delà. — Ce qui me paraît surtout intéressant ici, c'est que l'arrosage produisit bien un effet immédiat, mais qu'il n'arrêta pas net le mouvement de succion par la surface de section. J'ai expérimenté sur beaucoup de *Crassula*, jamais je ne leur ai trouvé une grande force de propulsion pour la sève ascendante ; 30 à 40 mm. cubes à l'heure est leur maximum ; mais elles supportent toutes les pressions[1], sauf à aspirer l'eau du tube manométrique avec énergie par la surface de section dès que l'humidité manque.

Les expériences sur l'arrosage montrent que les racines font de même : elles aspirent et emmagasinent avec avidité et ne transmettent pas immédiatement à la tige l'eau qu'elles ont ainsi accumulée, ce qui les distingue nettement des *Pelargonium*, *Senecio*, etc. Ces plantes grasses sont donc constituées de façon à absorber avec plus d'énergie que les autres toute humidité qui les approche. Le lecteur trouvera des exemples à l'appui dans les expériences 11 et 12.

Des expériences faites le quatrième jour sur l'influence de la température, il semble ressortir que chez *Crassula* l'augmentation ra-

[1] Mes notes étaient malheureusement trop incomplètes pour me permettre de publier des tables sur les expériences de pression avec *Crassula*.

Digitized by Google

pide de la température influe sur le mouvement de la sève, dans de certaines limites, pour en activer la poussée. La température avait été tenue les jours précédents à 18° en moyenne; lorsqu'elle fut élevée à 20°,4, il se produisit une poussée de la sève juste double des maximums des jours précédents. Mais en poussant la température à 20°,8, un vif mouvement d'aspiration se produisit soudainement; ce mouvement diminua lorsque la température fut de nouveau réduite. — On verra (soir 7 heures 30) que l'influence de l'arrosage supprime à peu près complètement celle de la température.

---

**Expérience 11.** *(Crassula.)*

Expérience avec de simples tubes verticaux ; durée, dix jours.

Cette expérience se pratique sur deux branches d'une même plante, dont l'une est deux fois aussi grosse que l'autre. L'examen des racines a révélé plus tard l'existence de deux systèmes très distincts, l'un, d'un volume de 2500 mm. cubes, se trouve du côté de la plus grosse branche, l'autre, d'un volume de 500 mm. cubes, se trouve du côté de la moins grosse. La quantité totale de sève qui a été expulsée de la grosse branche (et dont la moitié a été réabsorbée) représente un volume de 755 mm. cubes, celle expulsée de l'autre branche (et dont également à peu près la moitié a été réabsorbée), un volume de 335 mm. cubes.

Le mouvement de la sève dans ces deux branches a montré peu de conformité, aucune dans la proportion des mouvements, et, à partir du matin du troisième jour, pas même dans leur direction, une tige aspirant quelquefois lorsque l'autre exerçait une poussée positive. Toutefois, en regardant la table de plus près, on remarquera qu'un fait domine le tout : c'est la plus grande énergie de la branche dont le diamètre est supérieur et possède un système de racines cinq fois plus considérable. Lorsqu'il y a pression positive très marquée, cette pression est presque toujours beaucoup plus énergique chez elle (à la première lecture presque exactement cinq fois supérieure !). Mais lorsqu'elle diminue, nous voyons la grosse branche donner des chiffres moindres que l'autre, ou même aspirer pendant que l'autre exerce encore une faible pression positive; or, ce fait aussi est une



Digitized by Google

preuve d'énergie supérieure; ce sont les *Crassula* les plus robustes que j'ai toujours vues aspirer avec le plus de violence; et ici nous voyons cette branche, qui, au maximum, avait imprimé à la sève un mouvement de propulsion 5 fois supérieur à l'autre, aspirer l'eau quelquefois avec 10 fois l'énergie de cette branche moins vigoureuse. Que l'on considère aussi l'effet de l'arrosage (le 27 mai, à 9 heures 45 du soir) : il agit avec quatre fois plus de force sur la grosse branche que sur l'autre; le 28 mai, à 8 heures du matin, son effet est double.

---

**Expérience 12.** *(Crassula.)*

Expérience avec de simples tubes verticaux ; durée, cinq jours.

Expérience semblable à la précédente, mais sur deux branches à peu près identiques, dont le diamètre ne diffère pas de 0.1 mm. On ne distingue pas ici deux systèmes de racines, et le volume total de ce corps n'est que de 1500 mm. cubes, soit de moitié inférieur à celui de l'expérience 11.

Une des deux branches (celle indiquée par B sur la table) était plus courte que l'autre de 25 mm., mais les deux sont décapitées rigoureusement au même niveau au-dessus de la terre. La quantité totale de sève qu'elle a expulsée pendant l'expérience (et en petite partie réabsorbée) représente un volume de 474 mm. cubes ; celle fournie par l'autre (A) est de 386 mm. cubes (de même en partie réabsorbée). — L'inégalité des mouvements de la sève dans ces deux branches est frappante. Au début, la marche est au moins parallèle, et l'unique différence est que la branche B exerce une poussée double de celle qu'exerce A. Mais à partir du matin du second jour, ce parallélisme cesse; nous voyons B aspirer lorsque A expulse la sève; puis nous la voyons exercer une poussée positive en même temps que A, mais quinze fois moins vigoureuse ; ensuite elle dépasse A de nouveau en vigueur et soulève la sève pendant que A ne fait qu'équilibrer la colonne de 97 mm. — Les oscillations sont très fortes, comme toujours chez *Crassula ;* mais le point à retenir de cette expérience, c'est l'indépendance de cette irrégularité dans deux branches contiguës, qui sortent de la même tige et qui sont (probablement) desservies par les mêmes racines. Peut-être bien que l'explication ne serait

Digitized by Google

pas difficile à trouver, puisque nous avons vu que la poussée exercée par la sève ascendante est influencée de diverses manières par les changements de résistance qu'elle rencontre, ce qui fait qu'une branche pourrait très bien, dans une expérience disposée comme celle-ci (en imitation de Hales), modifier la marche de la poussée dans l'autre, soit en augmentant, soit en diminuant la somme totale de résistance.

---

**Expérience 13.** *(Eucalyptus.)*

Expérience avec un simple tube vertical; durée, dix jours.

Ici, comme dans l'expérience suivante, et chez d'autres exemplaires d'*Eucalyptus*, je n'ai trouvé que rarement une poussée positive de sève ascendante, et jamais qu'à des pressions très minimes. Dans cette expérience, il n'y a jamais eu de poussée à une pression dépassant 57,6 mm. L'intérêt de l'expérience consiste dans les essais que j'ai faits dans le but de voir si une augmentation de la pression accélérait ou non le mouvement d'aspiration. Voici les chiffres : à une pression moyenne de 50 mm., la tige a aspiré en vingt-quatre heures 14,4 mm. cubes d'eau ; à une pression moyenne de 150 mm., elle a aspiré en vingt-quatre heures 76,5 mm. cubes; à une pression moyenne de 350 mm., 87,7 mm. cubes, et à une pression moyenne de 850 mm., 316,3 mm. cubes (toujours en vingt-quatre heures). — Je crois que ces chiffres, surtout si on les compare avec ceux de l'expérience suivante, où la pression a été constamment ramenée à zéro et où l'aspiration resta pendant tout le temps comparable à celle de cette expérience 13 sous la pression minimale du commencement, permettent de conclure que l'augmentation de la pression a, en effet, augmenté l'énergie de l'aspiration.

---

**Expérience 14.** *(Eucalyptus.)*

Expérience avec manomètre ; durée, sept jours.

Ici, comme dans l'expérience précédente, la poussée de la sève ascendante se fait rarement sentir et seulement d'une manière momenta-

Digitized by Google

née. Malheurensement, je n'ai pas tenté (comme dans les expériences 5 et 34) des pressions négatives. Il est fort possible que si j'avais cherché le niveau auquel une pression marquée et permanente se produisait, j'aurais pu ensuite induire une accommodation à une pression supérieure.

Chez cette plante, chez la précédente (et aussi chez d'autres *Eucalyptus*) j'ai trouvé une tendance plus ou moins marquée à produire un maximum de poussée (soit minimum d'aspiration) le soir entre six et dix heures; par contre il y a souvent un minimum marqué le matin.

Cette plante présente un phénomène digne d'attirer l'attention: chaque fois que j'ai élevé le niveau, le mouvement d'aspiration s'est transformé, quelquefois pendant plusieurs heures, en une poussée positive de sève ascendante. On retrouve la même tendance chez l'*Eucalyptus* de l'expérience 13, où, lorsque j'élève le niveau de 144 à 370 mm., le mouvement d'aspiration cesse pour un certain temps, et, plus tard, lorsque je l'élève à 900 mm., diminue momentanément des deux tiers. Nous avons déjà vu chez d'autres plantes qu'une augmentation de la pression peut produire une augmentation de la poussée de bas en haut; peut-être ce phénomène que nous présente *Eucalyptus* est-il du même ordre.

---

**Expérience 15.** *(Cucumis.)*

Expérience avec simple tube vertical; plante cultivée dans l'eau; durée, huit jours.

Ce n'est que le soir du septième jour que la poussée positive de la sève ascendante fait place à l'aspiration, laquelle devient bientôt plus énergique que la poussée ne l'avait été auparavant. C'est là une vigueur assez rare chez les plantes cultivées dans l'eau, qui généralement se distinguent par le peu de vigueur et la courte durée du mouvement ascensionnel de leur sève.

On remarquera (avril 14) qu'une pression de 159,2 mm. équilibra pendant plusieurs heures la poussée de la sève. En réduisant cette pression de 70 mm., la poussée recommença immédiatement. — On

Digitized by Google

notera aussi que dans cette plante, comme dans toutes les précédentes, la courbe de la sève ascendante se meut en zigzags; plus les observations sont nombreuses, mieux on distingue ce fait : la courbe du 2 avril, par exemple, formerait une ligne unie; celles du 12 et 13 avril, au contraire, qui se baseraient sur quatre fois autant d'observations, auraient beaucoup d'angles. C'est là un phénomène absolument général pour toutes les plantes sur lesquelles j'ai expérimenté, et un phénomène qui n'a pas encore attiré l'attention qu'il mérite.

La périodicité diurne est marquée chez *Cucumis*. Un maximum prononcé tombe entre neuf et onze heures du matin; un minimum moins marqué se dessine entre quatre heures et minuit.

---

**Expérience 16.** *(Cucurbita.)*

Expérience avec simple tube vertical; plante cultivée dans l'eau; durée, neuf jours.

Il est très intéressant de constater chez une aussi petite plante une poussée relativement aussi intense de la sève ascendante, qui ne diminue que dans de très faibles proportions, lorsqu'au lieu de 60 mm. elle a une colonne de près de 260 mm. à porter (la tige entière n'était haute avant la décapitation que de 45 mm.). Le maximum de la force impulsive a été de 3,7 mm. en hauteur par heure (ce qui représente 11,84 mm. cubes en quantité). — La quantité totale de sève qui a été expulsée par la surface de section pendant les neuf jours que dura l'expérience est supérieure à 630 mm. cubes, quantité qui dépasse certainement le volume de la plante entière.

Quoique les observations n'aient pas été très fréquentes, les fluctuations de l'énergie de la sève ascendante sont, ici comme ailleurs, très visibles. Mais à travers ces fluctuations se dessine une périodicité diurne assez marquée, et que nous retrouverons dans les *Cucurbita* suivants. Le maximum tombe toujours sur le soir, entre cinq et huit heures. Le principal minimum, par contre, se produit généralement (pas toujours) dans la matinée, entre six et onze heures. Ainsi que cela s'observe chez d'autres plantes à périodicité marquée, on peut ici également noter un second maximum et un second minimum; mais ce second

Digitized by Google

maximum n'est que la réaction qui suit le grand minimum, un de ces mouvements de bascule que nous rencontrons dans toutes ces expériences, il se produit donc dans la matinée et, presque toujours, immédiatement après le principal minimum. De même, un second minimum suit dans la soirée, et généralement de très près, le principal maximum. Il n'est pas rare de le voir dépasser celui du matin. Il peut arriver (voir le 1er février) que le maximum du matin dépasse celui du soir, et que le minimum du soir dépasse celui du matin, mais c'est là l'exception, et je ne parle pas uniquement sur la foi des expériences ici relatées, mais de plusieurs autres faites également avec des plantes cultivées dans l'eau. Ce qui reste dans tous les cas acquis, c'est que dans ces plantes, sur lesquelles l'arrosage ne peut exercer aucune influence perturbatrice, puisqu'elles croissent dans l'eau, la périodicité diurne se manifeste, non pas par une courbe simple, comparable à celle du soleil, mais qu'au contraire, en dehors des nombreux zigzags, il se produit *deux fois par jour* un effort principal et *deux fois par jour* un affaissement [1].

---

**Expérience 17.** *(Cucurbita.)*

Expérience avec simple tube vertical ; plante cultivée dans l'eau ; durée, trois jours.

Cette petite expérience confirme ce qui a été dit pour la précédente. Je la publie pour montrer qu'une plante cultivée dans l'eau peut néanmoins aspirer l'eau très énergiquement immédiatement après la décapitation. Celle-ci le fait à raison de 37,8 mm. cubes par heure. Ce n'est qu'environ deux heures après la décapitation que le mouvement change de direction, et le soir, à huit heures et demie, nous trouvons une poussée qui expulse la sève à raison de 23,5 mm. cubes à l'heure.

[1] Consulter la courbe n° 4.

---

Digitized by Google

**Expérience 18.** *(Cucurbita.)*

Expérience avec manomètre; plante cultivée dans l'eau; durée, un jour.

Cette expérience, ainsi que beaucoup d'autres faites avec des plantes cultivées dans l'eau (surtout les *Cucurbita*), a été interrompue prématurément par la rapide décomposition de la tige à la surface de section. Son unique intérêt est de montrer que cette plante, un magnifique exemplaire, huit fois aussi grand que les précédents, opposait peu de résistance à la pression agissant sur la surface de section. On verra qu'à mesure que je diminuais la pression, la plante aspirait de moins en moins. Sous une pression de 490 mm., elle aspirait à raison de 302,4 mm. cubes à l'heure; sous une pression de 290 mm., elle n'aspirait plus que 37,8 mm. cubes à l'heure; à environ 122 mm. la sève ascendante équilibrait la pression, et bientôt un mouvement ascensionnel se fit sentir.

Dans la matinée du 18 juin, j'ai encore abaissé la pression à zéro, et aussitôt une poussée allant jusqu'à 2 mm. en hauteur à l'heure se produisit. Mais le dégagement de bulles de gaz rendait les lectures incertaines.

---

**Expérience 19.** *(Cucurbita.)*

Expérience avec simple tube vertical ; durée, trois jours.

Le vase de cette plante plonge dans l'eau, pour éliminer l'influence de l'arrosage. Ici, comme dans tous les cas analogues, j'ai pu constater que ce système, que préconise Baranetzky, a pour effet de réduire beaucoup ou d'empêcher complètement toute poussée de la sève ascendante. Cette démonstration est le principal intérêt de toutes les expériences instituées sous ce régime [1].

On remarquera que cette plante, dont la terre est saturée d'eau,

[1] Consulter l'analyse de l'expérience 44. Les expériences de Pitra (*Jahrbücher f. wiss. Botanik*, T. XI, fascicule 3, section VI) confirment le désastreux effet de ce système.

Digitized by Google

agit comme le font la plupart des plantes cultivées dans l'eau, et qu'elle commence par aspirer l'eau énergiquement à la surface de section.

---

**Expérience 20.** (*Cucurbita.*)

Expérience avec simple tube vertical ; durée, cinq jours.

Si on compare la table de cette expérience avec celle de la précédente, on verra combien peu on peut juger de la poussée qu'exerce la sève ascendante dans une plante, si on la soumet (ainsi que certains savants le veulent) à des conditions anormales et, en outre, désastreuses pour la vie de la plante en question. Il est vrai de dire que le système des racines était moins développé chez l'exemplaire précédent ; le rapport est de 1 à 1,78 ; mais chez la plante de l'expérience 19, le maximum de poussée qui se soit produit (et suivi immédiatement de zéro et ensuite d'aspiration violente), a été de 9,6 mm. cubes à l'heure ; ici, le maximum atteint 218,8 mm. cubes à l'heure (3 juin, à 7 heures 30 du soir), et ce maximum est précédé et suivi de chiffres très élevés ; jamais, pendant toute la durée de l'expérience, la poussée ne retombe au minimum de la toute première lecture, de 4,8 mm. en hauteur à l'heure (soit 27,8 mm. cubes). La quantité totale de sève expulsée de la tige pendant la durée de cette expérience est supérieure à 6690 mm. cubes, volume 2,3 fois plus considérable que celui des racines et du moignon de la tige. — La comparaison avec les plantes cultivées dans l'eau est moins concluante ; nous voyons bien que le mouvement ascensionnel de la sève dépasse ici énormément les chiffres qu'il atteignait là-bas, mais il ne faut pas perdre de vue que ces plantes cultivées dans l'eau (expériences 16 à 18) étaient beaucoup plus jeunes et plus petites.

La périodicité est moins régulière ici que dans l'expérience 17 ; on ne peut dire qu'une chose, c'est que (à une seule exception près) le maximum est toujours tombé l'après-midi, entre deux heures et neuf heures du soir. — Par contre, l'alternance des hauts et des bas est ici de nouveau très marquée, d'autant plus marquée que les observations sont plus nombreuses. Qu'on consulte par exemple la journée du 3 juin, où il y a eu, entre une heure du matin et dix heures du

Digitized by Google

soir, trente observations. Je crois que ce phénomène s'explique facilement, si on se remémore les résultats des expériences 1 à 5, 9, 34, 35, où nous avons vu qu'un changement de pression influe presque sans exception en sens inverse sur la poussée de la sève. Or, lorsqu'on laisse la sève monter dans un tube vertical, la sève qu'elle expulse vient constamment augmenter la pression qui pèse sur la surface de section, et lorsque la poussée est très forte, cette augmentation de pression est relativement rapide[1]. Cette augmentation entraîne très naturellement un ralentissement; ceci n'est qu'une nouvelle forme de l'*accommodation* des forces de propulsion de la sève à une nouvelle pression. Lorsqu'une plante n'est pas très vigoureuse (qu'on regarde, par exemple, la courbe numéro 4), nous voyons qu'au maximum d'impulsion succède immédiatement un minimum qui ne comporte pas le quart de cette intensité. Dans le cas actuel, le phénomène reste le même, quoique la vigueur de la plante l'empêche d'être aussi marqué : au chiffre de 37,7 mm. à l'heure, nous voyons succéder sans transition celui de 16,0 mm. à l'heure, soit un chiffre moitié moindre. Quelle que soit la nature des forces qui font « pleurer » les tiges décapitées, ces courbes en zigzags, que nous retrouvons toujours et partout (pourvu que les observations soient assez fréquentes), sont une preuve de plus à l'appui du fait que ces forces peuvent s'adapter, *s'accommoder* à des états de pression très divers. Il me semble que ce résultat n'est pas sans intérêt pour la physiologie des plantes, et je crois que les expériences avec de simples tubes verticaux, pour défectueuses qu'elles soient sous certains égards, n'en présentent pas moins l'avantage de nous mieux représenter que d'autres ce qui se passe dans la plante normale en voie de croissance, dans laquelle les conditions de pression (soit de résistance, ce qui revient au même), sous lesquelles se trouve la sève ascendante, doivent être sujettes à des modifications de chaque instant.

Si le fait d'augmenter la colonne de pression entraîne dans cette expérience des diminutions de poussée, le fait contraire, de diminuer la colonne (fait analogue à ce qui doit se produire constamment dans la nature, soit par liaison chimique des éléments $H_2O$, soit par absorption de l'eau, soit surtout par transpiration et chlorovaporisation) entraîne

[1] Pour l'exagération due à l'emploi du mercure, voir l'analyse de l'expérience 2 à la page 244.

Digitized by Google

tout aussi régulièrement une augmentation de la poussée: le maximum, par exemple, de 37,7 mm., se produit immédiatement après une diminution de la colonne de pression de 352,3 mm., et il en est de même dans le cas suivant (voir 4 juin, 5 heures 30 du soir). Mais on notera que ce n'est pas le chiffre absolu de la pression (138 mm.) qui a pu produire ce maximum de 37,7 mm., car au début de l'expérience, il n'y avait que 78 mm. de pression et la sève ne sortait cependant qu'à raison de 4,8 mm. à l'heure, et lorsque la pression eut peu à peu atteint pour la première fois ce chiffre de 138 mm.[1], la poussée ne se produisait qu'à raison de 15,4 mm. à l'heure ; ce n'est pas, je le répète, le chiffre absolu de la pression qui importe, mais bien son chiffre *relatif à celui qui l'a précédé.* C'est là un fait qu'il ne faudra jamais perdre de vue. Ici, par exemple, nous obtenons la poussée maximum, non pas lorsque la pression a atteint le chiffre de 138 mm., mais lorsque la pression est ramenée à 138 mm., après avoir été à 490,5 mm.

On remarquera que chez cette plante vigoureuse l'effet de l'arrosage est minime.

On notera aussi que cette expérience (ainsi que beaucoup d'autres) confirme ce que Hofmeister avançait, que le grand maximum n'est souvent atteint qu'après un certain temps, et infirme l'opinion contraire de Baranetzky, que le chiffre maximum se trouve, à de rares exceptions près, au début de l'expérience ; c'est le soir du second jour que la poussée maximum se produit, et pour bien démontrer que cela n'est pas uniquement dû au changement de niveau, il suffit de faire remarquer que nombre de chiffres du troisième jour dépassent les plus élevés du premier jour.

---

**Expérience 21.** (*Cucurbita.*)

Expérience avec manomètre ; durée, six jours.

Cette plante était un peu plus grande que la précédente, mais on aura soin de remarquer que le volume des racines était beaucoup

[1] Et c'était au même moment, entre sept et huit heures du soir.

Digitized by Google

moindre : 700 mm. cubes, au lieu de 1250 mm. cubes qu'il comportait dans la plante de l'expérience 20.

La quantité de sève expulsée pendant les six jours (cinq fois et demie vingt-quatre heures) de l'expérience représente un volume d'eau de 1601 mm. cubes, contre 6690 mm. cubes expulsés par la plante précédente en cinq jours (ou plutôt quatre fois et quart vingt-quatre heures). Le fait que la pression a été dès le début mise à 395 mm. peut avoir retardé la marche de la sève ascendante, mais on remarquera que le niveau de pression n'a ici jamais dépassé 470 mm., tandis que chez la plante précédente la sève a plusieurs fois élevé l'eau à 490 mm. et l'aurait sans aucun doute poussée bien plus loin si j'y avais adapté un tube plus long. La principale preuve que ce n'est pas la pression, mais le peu de vigueur de la plante qui a causé cette poussée relativement si minime, se trouve le 10 juin, à 10 heures du soir, où le fait de diminuer la pression de 318,9 mm. n'entraîne qu'un mouvement de 1,29 mm. à l'heure (soit 16,25 mm. cubes). — Ici encore nous sommes donc amenés à conclure qu'il y a entre le développement des racines et la marche de la sève ascendante un rapport, soit de cause à effet, soit de deux effets résultant d'une cause commune.

Excepté le premier jour, où elle fut arrosée à midi, cette plante a toujours été arrosée le soir, entre 9 et 10 heures. Or, c'est l'unique *Cucurbita* chez laquelle le principal maximum soit toujours tombé le matin, toujours, excepté le dernier jour, où elle ne fut pas arrosée du tout, et où le maximum se reporta de suite à l'après-midi, entre 3 et 4 heures. Il est probable que c'est ce système d'arrosage qui a déplacé la courbe. — Ce qui est aussi curieux à remarquer, c'est le fait que la sève monte avec plus d'énergie le sixième jour, où il n'y eut pas d'arrosage du tout, que les jours précédents, et que son énergie augmente à mesure que la terre devient plus sèche. Le maximum est atteint dix-huit heures après le dernier arrosage ; vingt-quatre heures après, le chiffre de la poussée est toujours encore supérieur à ce qu'il était le jour précédent ou dans la première moitié de ce jour même.

Les oscillations qui entourent ce maximum de la dernière journée sont à noter : — 0,80, + 1,40, — 1,00, + 2,60, + 0,68, etc.

---

Digitized by Google

**Expérience 22.** (*Cucurbita.*)

Expérience avec manomètre (et ensuite avec simple tube vertical); durée, six jours.

On verra que le système des racines est extraordinairement développé chez cette plante, relativement à toutes les *Cucurbita* qui précèdent; leur volume atteint 5000 mm. cubes, ce qui est le quadruple du volume des racines de la plante de l'expérience 20, et plus de sept fois celui de la plante de l'expérience 21. Or, la grande quantité de sève qu'expulse cette plante et l'indifférence relative qu'elle montre aux diverses pressions qu'on fait peser sur la sève ascendante, sont une nouvelle preuve à l'appui de l'opinion qui voit un rapport quelconque entre le développement des racines et l'énergie avec laquelle la sève est soulevée dans une tige tronquée. Cette preuve est l'inverse de celle que nous a fournie l'expérience précédente; elle n'en a que plus de valeur. — Dans les premières vingt-quatre heures, cette plante a expulsé 4777,9 mm. cubes de sève à la surface de section (donc à peu près un volume égal à celui de ses racines). Le grand maximum a été de 61,2 mm. en hauteur à l'heure, soit 771,1 mm. cubes. Le maximum de la plante de l'expérience 20 avait été de 37,7 mm. en hauteur, ce qui en volume faisait 218,8 mm. cubes; le volume de la sève expulsée est donc ici 3,5 fois supérieur, le volume des racines, quatre fois supérieur.

Chez cette plante vigoureuse, la périodicité est de nouveau plus marquée, non pas que l'heure du principal maximum soit constante, mais ce principal maximum tombe sans exception sur l'après-midi, entre 2 heures et 9 heures du soir, soit qu'on arrose la plante le matin, l'après-midi ou le soir.

Le soir du 30 mai, un accident arrivé au manomètre a forcé de le remplacer par un simple tube vertical; nous devons à ce hasard une constatation d'un grand intérêt. La capacité du tube du manomètre était de 12,6 mm. cubes pour 1 mm. en hauteur, celle de l'autre tube de 5,8 mm. cubes seulement pour 1 mm. en hauteur. On pourrait croire que, sous ces conditions, l'accroissement en hauteur nous offrirait maintenant, avec le tube de moindre capacité, des chiffres supérieurs à ceux qu'il présentait auparavant. Il n'en est rien. Les derniers chiffres sont au manomètre 7,8 et 8,0 mm. à l'heure (d'accrois-

Digitized by Google

sement en hauteur), le premier chiffre avec le tube étroit est 7,8 mm. Les chiffres du jour suivant sont généralement inférieurs à ceux qui les précèdent, mais au fond la marche reste normale, puisque après avoir subi sous le régime du manomètre des pressions négatives et positives oscillant autour de zéro, une diminution de la poussée devait nécessairement se produire avec le tube vertical, même à la pression minime de 100 mm. Bref, tout se passe comme s'il n'y avait eu aucun changement de tube : la quantité de sève expulsée est maintenant, pour un chiffre donné, moitié moindre ; 10 mm. en hauteur, par exemple, ne représentent plus qu'un volume de 58 mm. cubes, au lieu de 126 mm. cubes ; cela n'empêche pas le chiffre d'accroissement de 7,8 mm. en hauteur par heure de se retrouver immédiatement après le changement de tube, et cela n'empêche pas que nous ne retrouvions le lendemain les chiffres de 5, 7, 8 et 10 mm. à l'heure, qui correspondent mathématiquement aux chiffres que nous aurions dû nous attendre à trouver sur le manomètre. — Ce fait me paraît d'une très grande importance pour l'approfondissement du problème physiologique de la sève ascendante ; je me contente ici de le signaler.

On trouvera dans cette expérience un nouvel exemple de l'influence d'une pression négative, autrement dit, d'une succion exercée sur la surface de section [1]. *A priori* on pourrait croire que le manomètre aspirerait rapidement la sève jusqu'au zéro de pression. Il n'en est rien. Si l'on réduit la pression au-dessous de zéro, il se produit au premier instant, comme après toute réduction de pression, une augmentation de la poussée ; mais cette augmentation n'est que momentanée. Qu'on veuille bien consulter la table de cette expérience, le 30 mai, à 2 heures moins le quart. Lorsque j'abaisse la pression à — 60 mm., il se produit bien pendant le premier quart d'heure une augmentation de la poussée de 70 %, mais ce chiffre baisse rapidement, et deux heures plus tard nous trouvons, sous une pression négative de 30 mm., le chiffre moyen de 11,7 mm. pour l'accroissement en hauteur par heure, qui est identiquement le même chiffre que fournissait la plante (en moyenne) pendant les heures qui ont précédé cette réduction, et où une pression positive de 330 mm. pesait sur la surface de section. On remarquera aussi que cet accroissement de 70 % après une réduction de 400,7 mm. n'a rien d'insolite. Le 2

[1] Voir l'expérience 2 et les essais méthodiques de l'expérience 34.

Digitized by Google

juin, à 5 heures du soir, une réduction de 170,6 mm. seulement entraîne une augmentation de la poussée de 100 %. Je m'explique l'effet moindre du premier changement par le fait que la plante était plus vigoureuse à ce moment-là que deux jours plus tard ; j'ai observé d'une manière générale que, moins les plantes sont vigoureuses, plus elles ressentent l'effet des influences ambiantes, telles que les changements de pression, l'arrosage, etc. Par contre, ces influences sont plus passagères chez ces plantes moins vigoureuses, comme dans l'exemple cité, où la poussée retomba dans une demi-heure au chiffre antérieur, tandis que le 30 mai, après la réduction de 400 mm., elle avait mis deux heures pour y revenir. — Mais le point capital sur lequel je désire attirer l'attention, et qui me paraît d'une importance physiologique comparable au sujet que j'ai signalé dans le paragraphe précédent, c'est le fait que les pressions négatives (l'aspiration) n'agissent pas autrement sur la marche de la sève ascendante que les pressions positives. Ce fait semble au premier abord paradoxal ; il n'en est pas moins avéré.

---

**Expérience 23.** (*Aralia.*)

Expérience avec simple tube vertical ; durée, treize jours.

Cette plante a expulsé 3373,6 mm. cubes d'eau pendant la durée de l'expérience, ce qui démontre un mouvement de la sève ascendante infiniment moindre, relativement à la dimension de la plante et au volume de ses racines, que celui qu'on rencontre chez *Cucurbita.* Mes expériences me portent à croire que ce mouvement est en général inférieur dans les plantes ligneuses, relativement aux plantes herbacées. C'est chez les choux, ou encore chez des plantes délicates, telles que le *Senecio mikanioides* et les *Cucurbita* que j'ai observé les maxima de pression et de quantité de la sève ascendante, et de petits exemplaires de *Zea,* cultivés dans l'eau, m'ont donné des quantités qui, certains jours, n'étaient pas beaucoup inférieures à celles de cet *Aralia,* quoiqu'il possédât des racines d'un volume huit et dix fois supérieur.

Une certaine périodicité semble s'accuser chez cette plante. Le principal maximum tombe toujours entre huit heures et onze heures du

Digitized by Google

matin, même lorsque l'arrosage a lieu l'après-midi ou qu'il est supprimé ; le principal minimum tombe toujours l'après-midi et généralement après six heures du soir (pas toujours). La courbe est souvent remarquablement régulière ; celle du 25 avril est unique dans la série de mes expériences. (Consulter la courbe n° 3.)

On remarquera que le minimum du soir peut aller jusqu'à entraîner une aspiration de l'eau du tube (avril 26 et 27), mais cela n'a lieu que passagèrement. A ce propos il faut noter qu'après le quatrième jour ce fait ne se reproduit plus. A mesure que la plante devient moins vigoureuse, elle ne pousse pas seulement avec moins d'énergie, mais elle aspire aussi avec moins d'énergie.

---

**Expérience 24.** (*Aralia.*)

Expérience avec manomètre ; durée, deux jours.

Cette plante était plus grande que la précédente ; quoique l'expérience ait été faite en janvier, elle donna des quantités de sève notablement supérieures. Toutefois, cette expérience est uniquement une expérience de pression. Quoiqu'elle ne contienne que peu de chiffres, elle est précieuse par le fait qu'elle vient confirmer tous les résultats obtenus dans les expériences 1 à 5, 9, 22, 31, 32, 34, etc.

D'abord nous remarquons, dans la toute première série de chiffres, l'influence qu'exerce l'emploi du mercure pour augmenter les oscillations de la sève ascendante. Au chiffre 38 succède celui de 10,9, et à celui-ci 23,1 mm. à l'heure. La dernière série présente le même phénomène : + 5,2, — 3,4, + 6,3, 0,0. J'ai expliqué dans mon analyse de l'expérience numéro 2 à quoi tient, selon moi, ce phénomène. Ce qui en augmente ici l'intérêt, c'est que l'*Aralia* de l'expérience précédente vient de nous offrir un exemple presque unique de courbe uniforme. Ceci confirme mon opinion que c'est le poids du mercure qui, en rendant l'augmentation de la pression plus rapide, rend l'*accommodation* de la plante à ces nouvelles pressions plus difficile, ou, si je puis dire ainsi, plus visible. On serait porté à croire, lorsqu'on compare les expériences 33, 34 et 35, que les plantes ligneuses sont particulièrement sensibles aux changements rapides de résistance ; sans doute, elles y sont moins sujettes, et probablement leur

Digitized by Google

organisation y est-elle donc moins adaptée. Cette particularité rend l'effet de l'emploi du mercure encore plus frappant.

Cette petite expérience suffit aussi à nous montrer que lorsqu'on se demande, ainsi que cela avait lieu pour tous les physiologistes jusqu'à ce jour, et ainsi que je me le suis demandé moi-même en commençant ces expériences : « Sous quelle pression la sève monte-t-elle dans telle plante ? » on se pose une question à laquelle il n'y a aucune réponse. Si l'on réussit à découvrir une poussée positive dans une plante, on pourra — au moins dans de larges limites — faire équilibrer cette poussée par toutes sortes de pressions, et on verra que la plante accomplit sensiblement le même travail à des pressions de 10 mm., de 100 mm., de 500 mm. et de 1000 mm., ou bien encore à des pressions négatives de — 100 mm. et de — 500 mm. — Dans le cas actuel, nous voyons la pression équilibrer la poussée à 363 mm., à 782 mm., à 851 mm. Mais, quelle conséquence peut-on déduire de ces chiffres ? A 327,8 mm. la tige aspirait l'eau du tube rapidement ; c'est en relevant le niveau lentement (à raison de 10 mm. à la minute) jusqu'à 363 mm., que j'ai vaincu ce mouvement de succion, et fait que la plante équilibrait une colonne supérieure de 50 mm. à celle qu'elle ne supportait pas cinq minutes avant. Cette question relative à la pression, que le grand Hales se posait tout naïvement, est donc beaucoup plus compliquée que lui et ses successeurs ne l'ont cru.

Tous les exemples de cette expérience viennent confirmer ce que nous avons observé chez les autres plantes, que l'effet produit par une nouvelle pression dépend (au moins en partie et transitoirement) de son rapport à la pression précédente. Lorsqu'une pression de 327,8 mm. succéda à une pression de 59,8 mm., la tige aspira l'eau à raison de 27,2 mm. à l'heure (soit 544 mm. cubes) ; mais lorsque la pression presque double, de 637 mm., succèda à une pression de 950 mm., la sève fut expulsée à raison de 31,4 mm. à l'heure (soit 628 mm. cubes).

---

**Expérience 25.** (*Senecio.*)

Expérience avec simple tube vertical ; durée, trente-sept jours.

Ce *Senecio mikanioides* Otto (Mikania scandens W., Senecio

Digitized by Google

scandens DC., Delairia spec., Lemaire)[1] est une plante merveilleuse pour les expériences de ce genre ; ma maladie m'a empêché de profiter de cette heureuse découverte comme je l'aurais voulu ; j'espère que, grâce à ces lignes, d'autres en profiteront. En attendant, les tables de cette expérience, numéro 25, feront non seulement foi de l'extraordinaire énergie et persistance avec laquelle la sève se meut dans cette petite plante, elles feront en même temps venir l'eau à la bouche des phytophysiologistes !

On verra que pendant plus de vingt-deux jours la poussée de la sève ne discontinua pas un seul instant. Le vingt-et-unième jour nous trouvons encore des chiffres tels que 7,25 mm. à l'heure, le matin (soit 32,6 mm. cubes), et de 5,85 mm. à l'heure, l'après-midi (soit 26,3 mm. cubes). Ensuite, il est vrai, la poussée diminue rapidement, et vers le trentième jour de l'expérience, la tige commença à aspirer l'eau du tube. Mais, en attendant, une nouvelle branche avait poussé, à 20 mm. au-dessous de la surface de section. Il est fort probable que si on l'avait tranchée et mastiquée, la poussée aurait repris de nouveau. Pendant les vingt-deux jours en question (vingt-et-une fois vingt-quatre heures), la tige a expulsé plus de 18 600 mm. cubes d'eau, ce qui est trente fois le volume total des racines.

Sur cette expérience on observe fort bien les phénomènes de *périodicité diurne.*

Le maximum de la journée (poussée de la sève ascendante) tombe toujours entre neuf heures et midi. Ce phénomène est corroboré par les autres exemplaires de cette plante. L'arrosage ne l'altère pas. (Voir le second jour, où la plante fut arrosée à trois heures et quart de l'après-midi, et le vingtième jour, où elle ne fut pas arrosée du tout.) Pendant les huit premiers jours (ceux où la poussée fut la plus vigoureuse) les limites extrêmes du maximum sont dix heures quinze et onze heures quarante-cinq ; l'heure moyenne où il se produit est onze heures et huit minutes. Durant les jours qui suivirent, l'époque du maximum oscilla un peu plus ; cependant, il ne tomba jamais plus tôt que neuf heures et demie, jamais plus tard que midi. On ne saurait donc nier qu'il n'y ait ici un phénomène de périodicité diurne.

Toutefois, on n'y attribuera peut-être pas une très grande importance lorsqu'on verra que souvent la poussée de la sève se relève de

[1] Connue sous le nom de « Lierre à la minute », en allemand « Wasserepheu. »



Digitized by Google

nouveau dans la seconde moitié du jour à un chiffre pas très inférieur à celui du maximum. Par exemple, le second jour, après un maximum de 25,6 mm. à l'heure (en hauteur) entre onze heures et quart et onze heures et demie, nous voyons l'après-midi, entre trois heures trente et quatre heures, un second maximum de 20 mm. à l'heure ; le troisième jour, après un maximum de 41,2 mm. à l'heure, entre dix heures et dix heures trente, nous avons un second maximum de 38,2 mm. à l'heure, entre midi trente et une heure ; et ainsi de suite dans beaucoup de cas. Mais le fait reste acquis, qu'à l'exception d'un seul jour, le dix-neuvième, où une diminution subite de la pression de 264 mm. produisit passagèrement à six heures du soir une poussée double du maximum du matin (7 mm., mais tout de suite après 1,4 mm. seulement), le maximum de la journée eut toujours lieu le matin, entre neuf heures et midi.

A propos de ce maximum, il y a plusieurs observations intéressantes à présenter.

Le grand maximum de toute l'expérience n'est atteint que le *sixième jour* (23 avril, onze heures et demie du matin); il est presque triple de celui du second jour (le premier ne compte pas, la plante ayant été décapitée à dix heures du soir). C'est la vérification la plus éclatante que je connaisse de certaines observations de Hofmeister, que des physiologistes beaucoup moins compétents que ce maître expérimentateur ont prétendu révoquer en doute. Aucune expérience publiée jusqu'à ce jour n'a montré ce phénomène aussi marqué qu'il l'est ici, quoiqu'il se rencontre assez souvent, non seulement chez Hofmeister, mais aussi dans mes expériences[1]; mais il est rare de voir ce maximum atteint peu à peu, comme dans une lutte, ainsi que cela a lieu ici.

Et à ce propos, je voudrais attirer l'attention des botanistes sur un fait qui n'a pas, que je sache, été signalé jusqu'ici : c'est que le chiffre du maximum donne un indice certain de la valeur de la journée entière. Ceci est important. On pourrait par exemple imaginer que le grand maximum de cette expérience, 71,6 mm. en hauteur à l'heure, n'est que le résultat momentané de la diminution de pression qui l'a précédé d'une heure; cela n'est vrai qu'en partie ; car si l'on

[1] Par exemple, dans l'expérience 10, le principal maximum est atteint le quatrième jour, dans l'expérience 16, le troisième jour, dans l'expérience 33, le quatrième jour.

Digitized by Google

calcule le chiffre total de la sève expulsée chaque jour, on verra que, quelles que soient les circonstances extérieures (d'arrosage, de pression, etc.) qui puissent favoriser la production du maximum, le chiffre de ce maximum et les chiffres des maximums des autres jours se trouvent dans un rapport analogue au rapport qui existe entre les chiffres de la poussée totale de ces jours. Le petit tableau suivant servira à expliquer ce que je veux dire : la première colonne, à gauche, indique les maximums des journées (deuxième à sixième), la seconde indique en mm. cubes la quantité de sève expulsée de la tige entre sept heures du matin et sept heures du soir, la troisième colonne fait voir quel serait ce chiffre de quantité, si le rapport entre les quantités était arithmétiquement identique à celui entre les maximums (en prenant le maximum de 25,6 et le chiffre de 736,6 mm. cubes pour unités de comparaison):

| | | | |
|---|---|---|---|
| II. | 25,6 | 736,6 | ( 736,6) |
| III. | 41,2 | 1324,8 | (1184,0) |
| IV. | 37,2 | 1055,7 | ( 940,0) |
| V. | 48,9 | 1439,5[1] | (1405,0) |
| VI. | 71,6 | 1589,8 | (2058,0) |

Le lecteur qui veut bien s'en donner la peine trouvera des résultats analogues dans beaucoup de cas (aussi chez Hofmeister et Sachs). On voit qu'il ne s'agit pas d'un rapport mathématique précis, mais on admettra qu'il n'y en a pas moins un rapport réel et presque arithmétique entre l'énergie avec laquelle la sève est soulevée pendant la journée entière et l'effort maximum de la journée[2].

Les phénomènes de périodicité ne sont pas épuisés par l'étude du maximum ; le minimum est presque aussi marqué.

Le minimum de la journée est presque toujours très accentué ; il tombe entre six heures et dix heures du soir, et généralement, pour être plus précis, entre sept heures et neuf heures[3]. Seulement, si on peut dire du maximum qu'il s'étend sur une période de plusieurs heures, puisqu'il est généralement précédé et suivi de chiffres relati-

[1] Les deux heures pendant lesquelles l'expérience fut interrompue ont été calculées à 35 mm. d'accroissement en hauteur par heure.

[2] L'écart anormal du sixième jour est expliqué à la page 000.

[3] Les observations du soir n'ont souvent malheureusement pas été assez rapprochées pour faire bien ressortir ce fait.

Digitized by Google

vement élevés, il faut faire remarquer que cela est encore plus vrai pour le minimum, qui s'étend à travers une grande partie de la nuit. Le 20 avril, par exemple, on trouve à trois heures du matin un chiffre presque identique au chiffre moyen à partir de sept heures trente du soir précédent; de même le 25 avril, le minimum est noté à huit heures et demie, mais le chiffre de minuit est presque identique. Il peut arriver que le chiffre de la nuit soit inférieur à celui du soir, ainsi que cela a lieu dans la nuit du 7 au 8 mai. Tandis que le maximum, dans cette expérience, est un sommet abrupte (entouré souvent d'autres éminences), le minimum est donc plutôt une grande dépression, relativement uniforme.

Ce qui fait bien ressortir la périodicité diurne dans cette expérience, c'est l'ampleur de la courbe, c'est-à-dire l'écart entre le maximum et le minimum. Dans tout le cours de l'expérience, cet écart ne tombe jamais au-dessous de 3 : 1 ; mais dans les premiers neuf jours il n'est jamais moindre que 7 : 1 et il s'élève jusqu'au chiffre de 16 : 1. Et ici encore il y a une remarque intéressante à faire : c'est que l'amplitude de l'écart entre le maximum et le minimum est, lui aussi, un symptôme de l'énergie de la journée entière. Si nous calculons en millimètres cubes l'écart pendant les premiers six jours entre la quantité de sève expulsée par heure au moment du maximum, et celle expulsée au moment du minimum, nous obtenons une série de chiffres dont le strict parallélisme avec le tableau que j'ai donné à la page précédente est très frappant[1].

| | | | |
|---|---|---|---|
| II. | 96,7 | mm. | cubes. |
| III. | 163,3 | » | » |
| IV. | 145,8 | » | » |
| V. | 193,9 | » | » |
| VI. | 302,4 | » | » |

Cette expérience vient donc confirmer un fait que j'ai déjà signalé dans de précédentes expériences, et qui me semble être une loi générale : c'est que, plus les forces de propulsion de la sève ascendante sont vigoureuses, plus la courbe résultante est ample. La courbe n° 3 nous a montré un exemple exceptionnel de régularité ; son ampleur n'est est pas moins absolument identique (1 : 16) à celle du sixième

[1] Je rappelle que le premier jour ne compte pas, parce que l'expérience a commencé le soir.

Digitized by Google

jour de ce *Senecio*. On pourrait croire que si la sève monte avec énergie, nous obtiendrions une ligne à peine ondulée de chiffres élevés ; il n'en est rien ; les courbes n'ont peu d'ampleur que lorsqu'une plante n'expulse que des quantités minimes de sève [1].

Pour découvrir les causes du phénomène de la force des racines, cette constatation ne devra pas être négligée.

Voilà pour la périodicité. Passons à d'autres phénomènes.

L'examen le plus superficiel montrera que dans les limites dans lesquelles j'ai opéré, la température (soit de l'air, soit de la terre) n'a aucune influence sur la marche de la sève ascendante. M. Baranetzky exige l'emploi de thermomètres dont l'échelle soit divisée en centièmes de degré centigrade ! Même les dixièmes sont inutiles.

L'arrosage par contre a toujours produit un effet immédiat. Cela est facile à constater. Toutefois je tiens à faire remarquer que — tant que la plante est vigoureuse — cette influence n'est pas, comme beaucoup l'ont cru, perturbatrice de la courbe diurne. J'arrose, le second jour, l'après-midi à 3 heures 15, le maximum n'en reste pas moins le matin à onze heures et demie. J'arrose, le sixième jour, à 7 heures du matin, le maximum a de nouveau lieu à onze heures et demie. J'arrose, le quatrième jour, à dix heures dix, le maximum a lieu à onze heures et demie. — Chez cette plante vigoureuse, l'arrosage a peu d'influence, même lorsque la poussée de la sève est affaiblie : le vingt-et-unième jour, par exemple, j'arrose copieusement à 8 heures 30 du matin, l'influence se fait sentir immédiatement, la poussée augmente dans le rapport de 9 : 1, mais le maximum n'a lieu que quatre ou cinq heures plus tard. Le jour suivant j'arrose à 6 heures 30 du matin, et cette fois-ci l'effet se réduit à un accroissement de deux dixièmes de millimètre à l'heure.

Ce qui nous offre beaucoup plus d'intérêt, ce sont les phénomènes se rattachant aux rapports entre la pression et la poussée. Quoique cette expérience n'ait pas été instituée en vue de les étudier, elle n'en offre pas moins une ample moisson à cet égard, et elle nous enseigne un nouveau fait de grand intérêt. Voici d'abord ce nouveau fait.

Ici, comme presque toujours, la diminution de la pression entraîne un mouvement inverse de la poussée, et si cette diminution de pression a lieu précisément au moment où la sève ascendante exerce de

[1] Voir la courbe n° 5.

Digitized by Google

bas en haut une pression maximum, il peut en résulter une très forte augmentation momentanée dans la quantité de sève expulsée par la tige. On aura remarqué dans les deux tables que j'ai données dans cette analyse, que les chiffres du sixième jour sont les seuls qui dépassent — soit comme maximum, soit comme écart entre le maximum et le minimum — ce que la moyenne de la journée aurait fait attendre. Tandis que, les autres jours, le rapport entre les maximums et les quantités ne s'éloigne jamais de 150 mm. cubes (tout au plus) du rapport arithmétique, le sixième jour il s'en éloigne de 500 mm. cubes. Nous en sommes amenés à conclure qu'il y a eu ce jour-là un *maximum exagéré*. Et ce maximum exagéré, je me l'explique par le fait que, ce jour-là — et uniquement ce jour-là — le niveau de pression a été abaissé à 10 heures 30 du matin, c'est-à-dire, précisément au moment où l'énergie de la sève ascendante commence à approcher de son apogée. Ce qui appuie singulièrement cette explication, c'est que nous voyons que des abaissements de niveau pratiqués aux heures où le minimum commence à se dessiner n'ont généralement que peu, quelquefois point d'effet. Voir, par exemple, l'abaissement de niveau à 5 heures 30 du soir, le 24 avril, lequel, quoique de 282 mm., ne réussit pas à enrayer la rapide diminution d'activité de la sève ascendante. Par contre, la réduction de niveau à 4 heures de l'après-midi le 21 avril, arrête pour un instant le mouvement rétrograde ; le chiffre de la poussée augmente de nouveau de 50 % et revient presque au niveau de 3 heures, pour retomber ensuite rapidement. Une réduction de niveau à 6 heures du matin (20 avril) a de même un effet considérable, un effet de 100 %, mais elle est éloignée de quatre heures de l'heure du maximum, et ne réussit en conséquence pas à le surélever.

Si on étudie les réductions de pression dans cette expérience, on trouvera la confirmation de faits déjà établis par les expériences précédentes : on verra que l'énergie de la réaction est (toutes conditions égales) en raison directe du chiffre de la diminution de pression ; on remarquera qu'une forte réaction est toujours suivie d'oscillations assez violentes, etc. Je crois inutile d'insister sur des faits mieux établis par d'autres expériences. Mais la périodicité ayant été très nettement constatée chez cette plante, il est de très grand intérêt d'établir ce fait nouveau : que, dans une plante à périodicité diurne, les changements de pression agissent d'autant plus que la poussée de la sève

Digitized by Google

ascendante est plus énergique, et d'autant moins qu'elle l'est moins. Ceci peut avoir une importance physiologique capitale; car on voit qu'une importante diminution de la résistance vers midi, ainsi qu'elle doit avoir lieu par la transpiration et la chlorovaporisation très active à cette heure-là [1], loin d'abolir la poussée de la sève ascendante, ainsi qu'on le prétend, l'augmenterait au contraire. Dans tous les cas cette poussée d'en bas doit agir avec une énergie extrême, dès qu'il y a le moindre ralentissement de la succion agissant par en haut, pour élever l'eau et en regarnir les parties épuisées.

Il y a cependant encore un point se rapportant à cet ordre de faits sur lequel je crois devoir attirer l'attention, quoique nous ne trouvions ici que la confirmation d'observations antérieures. (Voir surtout l'analyse de l'expérience 20, page 265, et la courbe qui s'y rapporte.) Le second jour (avril 19) de cette expérience, j'ai fait une petite série d'observations rapprochées, entre onze heures quinze et une heure quinze de l'après-midi, et j'ai pu constater que chez cette plante comme chez tant d'autres (peut-être toutes?) le mouvement d'accélération ou de ralentissement de la sève ascendante n'est pas régulier, mais qu'au contraire il se compose de toute une série de hauts et de bas. Voilà un fait que les observateurs qui mettaient, comme Sachs, Hofmeister, et la plupart de mes devanciers, plusieurs heures entre chaque observation, ne pouvaient jamais soupçonner [2].

---

**Expérience 26.** (*Senecio.*)

Expérience avec manomètre; durée, trois jours.

Un premier intérêt qu'offre cette expérience, c'est que tandis que la précédente fut instituée au plus beau moment du printemps pour tous les phénomènes végétatifs, celle-ci fut exécutée au milieu du mois de décembre. — Je n'ai pas pu enregistrer de poussées de sève aussi fortes en hiver qu'au printemps; le grand maximum est

[1] Voir Wiesner: Recherches sur l'influence de la lumière et de la chaleur rayonnante sur la transpiration des plantes. (*Annales des sciences naturelles*, 1877, IV.)

[2] Voir la courbe n° 6.

Digitized by Google

de 6 mm. à l'heure (accroissement en hauteur), soit 92,4 mm. cubes, chiffre minime en comparaison de ceux que nous venons de voir. Mais les chiffres pour la journée entière montrent une disproportion beaucoup moindre. Le premier jour, de onze heures du matin à onze heures du soir, 562,1 mm. cubes de sève sont expulsés, le second jour, de 6 heures 20 du matin à 6 heures 20 du soir, 478,9 mm. cubes. Dans l'expérience 25, nous avions trouvé pour les douze heures du second jour 736,6 mm. cubes, chiffre qui n'est guère supérieur que du quart au premier cité ici ; et dans les derniers jours de l'expérience 25 (de la table) nous trouvons pour douze heures des chiffres tels que 300 mm. cubes, 266 mm. cubes, oui, même 86,8 mm. cubes. Il faut aussi remarquer que, quoique la poussée reste très faible et relativement uniforme, elle ne descend jamais, ni jour, ni nuit, à zéro.

Les observations semblent montrer que la périodicité était sensiblement la même en hiver qu'en été, quoique moins prononcée, puisque la courbe est moins ample ; toutefois les observations sont trop peu nombreuses pour décider cette question. Le maximum du second jour, à onze heures, est toutefois frappant. — Des observations faites la nuit ont montré une poussée très sensible, restant à peu près constante du soir au matin.

Pour ce qui est des questions relatives à la pression, l'œil exercé reconnaîtra dans les limites étroites de cette petite expérience hivernale des phénomènes déjà étudiés sur une plus grande échelle dans les expériences précédentes. Ce qui fait ici leur intérêt, c'est précisément de retrouver les phénomènes identiques dans des proportions réduites.

On notera, par exemple, les oscillations que présentent des séries telles que 4,0; 2,0; 3,2; 3,0, ou encore 2,7; 2,3; 3,0; 2,6, etc. (chiffres qu'il faut multiplier par 15,4 pour avoir l'écart en quantité).

Ce qui est encore plus curieux, c'est de voir confirmer ma remarque sur l'influence variable des changements de pression suivant l'heure à laquelle on les pratique. Ces changements sont ici toujours minimes, puisque je ramène constamment la pression à 100 mm.; mais la différence est marquée. Je réduis par exemple (le 11 décembre) la pression à dix heures quinze du matin, moment où la poussée maximum approche ; immédiatement, le chiffre de 3,3 mm. en hauteur à l'heure succède à celui de 2,26 mm. — Je le réduis à quatre

Digitized by Google

heures vingt du matin (même jour), l'effort n'augmente que de 0,2 mm. par heure. Le soir (10 décembre) à sept heures et demie, la diminution de pression ne produit même aucune augmentation, elle n'arrête pas le mouvement rétrograde [1].

---

**Expérience 27.** (*Senecio.*)

Expérience avec simple tube vertical; durée, trois jours.

J'avais pris quatre plantes de *Senecio mikanioides*, aussi semblables que possible, et pendant deux mois j'en avais arrosé une à six heures du matin (seulement), une autre à midi, une troisième à six heures du soir, et une quatrième à minuit. Je n'ai point retiré de cet agencement le profit que j'en avais espéré. D'abord, les plantes arrosées à midi et à minuit dépérirent d'une façon désespérante; ensuite, des évènements inattendus me forcèrent de m'absenter trois jours après le commencement des expériences et de laisser ainsi inachevé cet intéressant essai; pour comble de malheur, ma bonne s'est servie des notes ayant trait aux plantes arrosées le matin et le soir pour allumer le feu! Cette expérience et la suivante ne sont donc que des tronçons; je les publie sans y attacher d'importance, espérant ainsi donner à quelque autre expérimentateur l'idée de reprendre cette tentative dans de meilleures conditions.

La périodicité de cette plante arrosée à midi semble montrer une anomalie. Elle paraît accuser un maximum très prononcé, qui tomberait le soir entre 5 et 8 heures.

On remarquera le mouvement de succion qui succède au premier mouvement de poussée, le seul un peu vigoureux de cette expérience. C'est un phénomène de réaction.

C'est l'unique *Senecio mikanioides* chez lequel j'aie jamais vu une bulle de gaz se dégager à la surface de section.

[1] J'avais encore fait plusieurs expériences avec des *Senecio mikanioides* en décembre et janvier; mais j'étais déjà malade, les observations furent trop espacées, et, en outre, mes notes sont trop fragmentaires pour permettre de reconstruire les tables d'observations. Toutes ces plantes, sans exception, montrèrent une poussée positive de la sève.

---

Digitized by Google

**Expérience 28.** (*Senecio.*)

Expérience avec simple tube vertical ; durée, trois jours.

Cette plante n'a donné qu'une poussée très minime.

On remarquera qu'en dépit de l'arrosage à minuit, la poussée est encore plus minime la nuit que le jour, ou qu'elle se chiffre par un « minus ».

---

**Expérience 29.** (*Dahlia.*)

Expérience avec simple tube vertical ; durée, cinq jours.

Cette expérience peut, en premier lieu, servir de point de comparaison pour les trois expériences suivantes, faites également avec des *Dahlia*, mais en utilisant les manomètres, et qui sont surtout des études de pression. Les conditions de ces quatre expériences ayant été fort différentes, la comparaison a surtout en vue ces conditions générales et leur effet. Il y a cependant un point où une comparaison directe est possible et intéressante ; c'est à propos des racines.

Il s'est trouvé que les volumes des racines de ces quatre plantes étaient très différents. Les racines de cette expérience 29 ne mesuraient que 1250 mm. cubes, celles de l'expérience 31 mesuraient 1800 mm. cubes, donc moitié plus, celles de l'expérience 30 presque le double, 2250 mm. cubes, celles de l'expérience 32 plus du triple, soit 4000 mm. cubes. Or, si nous mettons à côté les uns des autres les chiffres qui expriment l'effort maximum de chacune de ces plantes, nous trouvons, en mm. cubes à l'heure :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Expérience | 29, | 103,6 | mm. | cubes. |
| » | 31, | 177,6 | » | » |
| » | 30, | 337,6 | » | » |
| » | 32, | 780,0 | » | » |

Il est difficile de comparer les quantités totales d'une journée, à cause des nombreux changements de pression ; mais on peut le faire pour les expériences 29 et 30, puisque dans cette dernière la pression a constamment été ramenée à zéro. La quantité de sève expulsée de 8 heures du matin à 8 heures du soir, le second jour de l'expérience,

Digitized by Google

est, dans l'expérience 29, de 531,7 mm. cubes, dans l'expérience 30, de 2060, 1 mm. cubes. — Ces faits viennent s'ajouter à d'autres précédemment cités[1] pour montrer qu'un rapport quelconque existe entre le volume des racines et l'énergie motrice de la sève ascendante. — Et à ce propos, il sera bon de remarquer que ce rapport n'existe qu'avec les dimensions des *racines*, non pas avec les dimensions de la tige, ce qui a une importance théorique très considérable. Ici, par exemple, le diamètre des tiges est exactement le même chez la plante de l'expérience 29 et chez celle de l'expérience 30, et le moignon de la tige est légèrement plus volumineux dans la première de ces deux plantes. La tige de la plante de l'expérience 32 a, il est vrai, un diamètre sensiblement supérieur, mais cela est de même le cas pour la plante de l'expérience 31, dont le maximum est si peu considérable, et qui ne donne dans les douze heures, de 8 heures du matin à 8 heures du soir du second jour, que 106,6 mm. cubes, sous une pression qui n'a pas excédé 210 mm. Et tandis que le moignon de la tige est, dans l'expérience 31, supérieur d'un cinquième à celui de l'expérience 30, le moignon de la plante qui a été de beaucoup la plus vigoureuse, celle de l'expérience 32, lui est inférieur d'un cinquième[2]. Il n'y a donc point ici de rapport visible entre les dimensions de la tige et la poussée de la sève, tandis que chaque fois que nous avons eu l'occasion d'examiner cette question, nous en avons trouvé un entre l'énergie de cette poussée et le volume des racines[3].

Pour aborder l'étude de cette plante spéciale de l'expérience 29, constatons en premier lieu qu'elle présente une certaine périodicité, en ce sens que les quantités de sève expulsées de la tige aux heures qui entourent midi sont notablement plus considérables que celles qu'on note le soir et le grand matin. Par exemple, le second jour, nous avons à 6 heures du matin un accroissement en hauteur de 1 mm. à l'heure (soit 4,6 mm. cubes), et à 11 heures 20 un accroissement de 18,18 mm. cubes (soit de 83,6 mm. cubes), ce qui est une

[1] Voir p. 245 et 268.

[2] Parce qu'ici la tige se termine presque à ras de terre.

[3] En se reportant à l'expérience 21, on trouvera que cette plante avait également une tige plus volumineuse que celle de l'expérience 20, qui la dépassait en énergie, et presque égale à celle de l'expérience 22, très supérieure aux deux autres, tant pour le volume des racines que pour l'énergie de la sève ascendante.

Digitized by Google

proportion assez rare. Après midi, l'énergie de la sève ascendante baisse progressivement ; même une réduction de la pression de 130 mm. n'enraye ce mouvement que pour un quart d'heure ; à six heures et demie du soir, l'accroissement est de nouveau à 1,6 (en hauteur par heure) et à onze heures la tige aspire. — Toutefois, si on n'envisage pas cet unique jour, mais l'expérience entière, on s'apercevra que cette plante (comme toutes celles qui ont les racines faibles) est très sensible aux effets de l'arrosage, de sorte que, si les expériences suivantes sur *Dahlia* ne venaient pas appuyer l'opinion qu'il y a un maximum, ou plutôt une période de maximum diurne vers midi chez cette plante, nous n'aurions guère le droit de l'affirmer d'après cette expérience 29.

Par contre, l'influence de l'arrosage est précisément une des choses les plus intéressantes dans cette expérience. J'ai arrosé, le second jour, à 7 heures 50 du matin, le troisième, à 2 heures 20 de l'après-midi, le quatrième, à 9 heures 30 du matin, le cinquième, à 5 heures 10 du soir. Or, l'influence de cet arrosage n'est pas toujours très marquée au premier moment, quelquefois même elle est nulle, mais peu à peu elle se fait sentir, et environ quatre heures après l'arrosage la poussée maximum se produit[1]. Il est vrai qu'il est un peu difficile de débrouiller ici l'influence de l'arrosage de celle de la réduction de pression ; le 12 juillet, par exemple, l'énergie de la poussée a beaucoup diminué pendant trois heures après l'arrosage, et l'on serait tenté d'attribuer le maximum suivant uniquement à la diminution de pression. Mais je ferai remarquer que le second et le cinquième jour (10 et 13 juillet) il n'y a eu aucune réduction de niveau qui pût influencer l'heure du maximum, et que si, dans le premier cas, il se produisit entre 11 heures et midi, dans le second entre 7 et 10 heures du soir, nous ne pouvons guère attribuer cet écart qu'aux heures où a été pratiqué l'arrosage. — A cet égard nous pourrons même noter un fait très intéressant, c'est qu'une réduction de niveau qui se fait, soit longtemps après l'arrosage (10 juillet), soit avant l'arrosage (13 juillet) n'a que peu d'influence sur la marche de la sève, et une influence toute passagère, tandis que les réductions qui ont probablement contribué réellement au maximum ont toujours eu lieu *après*

[1] Brosig avait déjà remarqué cette influence retardée de l'arrosage, seulement il s'était trop hâté d'ériger ce fait en une loi générale.

Digitized by Google

l'arrosage, celle du 11 juillet immédiatement après, celle du 12 juillet, trois heures après, c'est-à-dire précisément au moment où l'arrosage devait commencer à agir avec puissance. Et à ce propos, autre constatation intéressante : le 11 juillet, la réduction du niveau a dû fort probablement augmenter l'effet de l'arrosage, mais, la réduction ayant été faite immédiatement après l'arrosage, le maximum n'en a pas moins eu lieu quatre heures plus tard seulement ; tandis que le 12 juillet, la réduction ayant eu lieu trois heures après l'arrosage[1], la poussée sauta sans transition de 5,6 mm. en hauteur à l'heure, à 22,5 mm. On voit qu'il s'agit ici d'un fait semblable à celui signalé dans l'analyse de l'expérience 25 : l'effet d'une diminution de la résistance est d'autant plus puissant qu'elle se produit plus près du moment où la poussée atteint son maximum d'énergie. Le soleil venant activer la transpiration après qu'une averse eut saturé le sol et fourni ainsi de l'eau aux racines, serait la reproduction topique des conditions artificiellement créées dans cette expérience. S'il en est ainsi, l'importance physiologique de cette observation ne saurait être niée.

On remarquera que chez cette plante la sève ascendante devient de plus en plus énergique. Au début de l'expérience, l'eau est aspirée à la surface de section ; le chiffre positif le plus élevé du premier jour est 10,8 mm. en hauteur par heure. Le second jour nous trouvons un maximum de 18,18 mm., le troisième de 21,68 mm., le quatrième de 22,53 mm. Et tandis que, le second jour, la tige aspirait l'eau à onze heures du soir, le troisième elle l'expulse au même moment à raison de 75,9 mm. cubes à l'heure, le quatrième à raison de 46 mm. cubes et le cinquième de nouveau à raison de 75,9 mm. cubes à l'heure. A partir du matin du troisième jour il n'y a plus d'aspiration et la poussée positive ne descend jamais plus bas que 5,6 mm. en hauteur (soit 25,7 mm. cubes) à l'heure. On pourrait voir ici une nouvelle confirmation des observations de Hofmeister et des miennes dans les expériences 10, 16, 25, 33, etc. Mais le fort dégagement de bulles de gaz qui commença le matin du sixième jour donne à réfléchir.

[1] Il faut aussi faire remarquer que la réduction fut beaucoup plus importante.

Digitized by Google

**Expérience 30.** (*Dahlia.*)

Expérience avec manomètre ; durée, trois jours.

Ce qui fait la particularité de cette expérience, c'est que j'ai constamment, pendant toute sa durée, ramené la pression à zéro, en ayant soin de ne jamais la laisser s'élever au-dessus de quelques millimètres.

Avant d'analyser les résultats de ce système, je dirai, pour rattacher cette expérience à la précédente, que nous trouvons de même ici un maximum très prononcé, qui s'étend de midi à une heure. Mais nous n'avons qu'une seule journée (la seconde) pour faire cette constatation. La plante avait ce jour-là été arrosée à dix heures du matin, et sous l'effet de cet arrosage la poussée de la sève s'était immédiatement portée de 7,2 à 20,2 mm. en hauteur à l'heure. L'époque du maximum est-elle aussi dans ce cas due à l'arrosage? L'expérience ne contient pas les éléments qui permettraient de le contrôler. — Quant à un minimum diurne, cette expérience tendrait à montrer qu'il n'y en a point chez cette plante, au moins, point de marqué. Nous trouvons chaque jour des chiffres plus élevés le soir que le matin, plus élevés même que certains chiffres de l'après-midi. Le soir du premier jour, par exemple, vers huit heures, les chiffres se relèvent de 8 et 9 mm. en hauteur à l'heure, à 11 et 12 mm., et durant la nuit la moyenne est de 10 mm. à l'heure, tandis que le matin suivant, avant l'arrosage à dix heures, elle n'est que de 7,7 mm. en hauteur à l'heure.

Cette expérience démontre méthodiquement ce que nombre d'autres font entrevoir, à savoir, que de légères réductions de pression (ne dépassant pas 10 mm. d'eau) n'exercent aucune influence appréciable sur la marche générale de la poussée de la sève [1]. On n'a qu'à jeter un coup d'œil sur les tables de cette expérience pour voir que lorsque l'énergie est en baisse, ces diminutions de pression ne l'arrêtent pas un instant. Même la réduction de 100 mm., le matin du 9 juillet, n'a pas empêché la baisse de continuer en s'accentuant. — Or, si on rapproche ce fait de ceux que présentent l'expérience 31, où le

[1] Toutefois je n'ai pas fait ici des observations aussi rapprochées que plus tard dans l'expérience 34, par exemple ; il est probable que le moindre changement de la résistance entraîne une réaction, quelque minime et quelque fugitive qu'elle soit.

Digitized by Google

niveau a toujours été changé de 100 mm., et ensuite de ceux que présentent l'expérience 32, où les changements de pression vont jusqu'à 2000 mm., on trouvera une confirmation éclatante de l'opinion que j'ai déjà plusieurs fois énoncée à propos de précédentes expériences : la pression qu'exerce la sève ascendante dépend — au moins dans d'assez larges limites — de la résistance qu'elle rencontre ; de légères différences de résistance ne l'affectent pour ainsi dire pas du tout, les minimes perturbations qu'elles occasionnent sont si passagères qu'il faut une loupe et une montre à secondes pour les constater ; à mesure qu'on augmente les changements de résistance, les perturbations deviennent plus importantes, la marche de la sève peut même être renversée, mais, ici encore, l'accommodation se fait dans un temps limité, et des différences de pression qui vont jusqu'à 150 mm. de mercure ne suspendent pas la marche de la sève, ni ne la modifient d'une façon profonde. Quelquefois cependant une augmentation de la pression finit à la longue par augmenter la poussée. Il faut ajouter que dans mes expériences la pression extrême ne dépasse guère un cinquième d'atmosphère.

La valeur de cette expérience n° 30 est qu'elle sert de complément à l'expérience n° 32.

---

**Expérience 31.** (*Dahlia.*)

Expérience avec manomètre ; durée, trois jours.

Suivons la marche de cette expérience.

Au début, sept heures après le dernier arrosage, une demi-heure après la décapitation, et sous la pression d'une colonne d'eau haute de 100 mm., la tige aspire l'eau par la surface de section à raison d'environ 50 mm. cubes par heure. Une heure plus tard le mouvement change de direction et, sous la même pression de 100 mm., la sève commence à être expulsée à raison de 60 mm. cubes à l'heure, et plus ; mais cet effort ne dure pas, et la quantité baisse ensuite à un tiers et à un quart de cette première poussée. J'augmente soudainement la pression, en la portant à 300 mm. ; la tige aspire de nouveau, et cette fois à raison de plus de 100 mm. cubes à l'heure. En abaissant la colonne de pression à 200 mm., elle n'aspire plus qu'à

Digitized by Google

raison de 36 mm. cubes à l'heure; à 150 mm. elle continue encore à aspirer pendant une heure et demie, mais à peine 6 mm. cubes à l'heure, et ensuite une poussée positive commence à se faire sentir; elle est plus forte (un peu) que celle qui eut lieu sous la pression de 100 mm., mais tout aussi passagère. — Nous avons donc ce premier soir, à 100 mm. et à 150 mm. de pression, la répétition des mêmes phénomènes : d'abord succion, ensuite, tout d'un coup, un effort de pression assez remarquable, et puis, peu à peu, la diminution de cet effort.

Le lendemain, à dix heures du matin, la pression de bas en haut exercée à la surface de section équilibre une colonne de 100 mm. d'eau. J'arrose. Immédiatement il se produit une poussée de sève à raison de 138 mm. cubes par heure. Ce premier effort ne persiste pas, comme dans d'autres cas, mais le recul n'est que de quelques millimètres cubes à l'heure ; ce que nous observons ici, c'est l'alternance des hauts et des bas, que nous avons rencontrée partout, et partout d'autant plus marquée que la poussée de la sève était plus énergique ; ici, l'énergie est médiocre (les racines ne mesurent que 1800 mm. cubes), les variations le sont de même. Je porte la pression à 150 mm., la poussée de la sève augmente en même temps d'un tiers. Je porte la pression à 200 mm.; il se produit un léger mouvement de recul. Je diminue de nouveau la pression, la ramenant au chiffre primitif de 100 mm.; la poussée augmente, mais sans atteindre de nouveau le chiffre précédent sous la pression de 150 mm., chiffre qui était de 177,6 mm. cubes à l'heure, et qui reste le maximum de la journée. — Je continue ensuite pendant le reste de la journée, de 2 heures 20 à 7 heures 20 du soir, à alterner entre 100 mm. et 200 mm. de pression, pour obtenir une série de chiffres montrant la poussée à chacune des deux pressions. A la pression de 100 mm., la poussée moyenne a été de 7,46 mm. d'accroissement en hauteur par heure (soit 149,2 mm. cubes); à la pression moyenne de 200 mm., la poussée moyenne a été de 6,2 mm. d'accroissement en hauteur par heure (soit 124 mm. cubes). Toutefois, je crois qu'il serait imprudent de tirer de ces chiffres des conclusions quant à un rapport entre la résistance (ou pression) et la quantité de sève soulevée dans la tige. Car, premièrement, le fait d'élever la pression de 100 à 200 mm. tendrait toujours à ralentir passagèrement le mouvement, le fait de la diminuer de 200 à 100 mm. tendrait toujours à l'accélérer passagèrement, et rien ne

Digitized by Google

prouve que, si la plante avait été laissée pendant toutes ces heures sous une pression unique, le résultat n'eût pas été identique, soit qu'on l'eût laissée sous une pression de 100 mm., soit qu'on l'eût laissée sous une pression de 200 mm. En second lieu, je ferai remarquer que, même sous l'empire de ce système de va-et-vient, il se produit des deux côtés une *accommodation* graduelle : les chiffres sous 200 mm. de pression étaient au début de 5,2 et 4,8 mm. (en hauteur par heure), ensuite on voit paraître 5,6 mm., puis 6 mm., 6,4 mm. et, enfin, 8 mm. ; sous la pression de 100 mm., nous observons la marche inverse, de 7,2, le chiffre s'élève d'abord jusqu'à 8,4, mais retombe ensuite à 7,2 et à 6,8 mm. De sorte qu'à la fin de cette petite série les rapports sont renversés et que nous obtenons le résultat passablement paradoxal d'avoir à 100 mm. de pression une poussée de 6,8 mm. (soit 136 mm. cubes) seulement, et à 200 mm. de pression une poussée de 8 mm. (soit de 160 mm. cubes) à l'heure[1] ! Voilà une observation qui mérite d'être méditée par ceux qui ont la compétence voulue pour trouver la théorie des mouvements de la sève.

Les observations du lendemain nous mettent de nouveau en présence d'un phénomène curieux et assez semblable. En élevant la pression de 100 mm. à 200 mm., la poussée augmente de 4,4 à 4,8 mm. d'accroissement en hauteur par heure. Il est vrai de dire que cette augmentation ne dure qu'un quart d'heure, et qu'elle est suivie du chiffre de 3,9 mm. Mais, lorsque j'augmente de nouveau la pression de 100 mm., en la portant à 300 mm., la poussée augmente presque du double et se maintient pendant trois quarts d'heure entre 6 et 7,2 mm. à l'heure.

---

### **Expérience 32.** (*Dahlia.*)

Expérience avec manomètre, plus tard avec un tube recourbé à écoulement sous la pression zéro, et finalement avec un simple tube vertical ; durée, neuf jours.

Cette plante, extrêmement vigoureuse, m'a surtout servi pour une série d'expériences sur l'influence qu'exercent des pressions variables

[1] Voir l'analyse de l'expérience 9 à la page 255, etc.



Digitized by Google

sur la quantité de sève soulevée dans la tige. Dans la seule journée du 4 juillet, il y a eu une centaine de lectures. Avant d'aborder l'examen de cette étude spéciale, quelques mots sur la marche générale de l'expérience.

On a vu dans les *Dahlia* des expériences 29 et 31, que ces plantes aspiraient l'eau au début par les surfaces de section de leurs tiges tronquées, et dans la plante beaucoup plus vigoureuse de l'expérience 30, où cette succion n'a pas eu lieu, que l'énergie de la pression de bas en haut était beaucoup inférieure le premier jour à ce qu'elle devint plus tard. Il en va de même ici. Cette plante qui, le quatrième jour de l'expérience, donne encore plus de 200 mm. cubes de sève en moyenne par heure, n'en fournit en moyenne pendant la première heure de l'expérience que 30 mm. cubes. C'est là un phénomène que j'ai rencontré chez d'autres plantes, mais cependant pas aussi marqué, ni aussi régulier. Il se peut qu'il tienne simplement au fait que ces *Dahlia* ont tous été décapités l'après-midi ou le soir. Dans tous les cas il me semble clairement indiquer que la tension qui opposait de la résistance au passage de la sève devait, avant la décapitation, être très faible. C'est ainsi que, même chez une plante aussi vigoureuse que celle-ci, une pression de 55 mm. d'eau a suffi pour réduire au début le mouvement de la sève à un chiffre aussi minime. Ce n'est pas ici le lieu d'examiner à quoi est due cette faible tension; la transpiration et la chlorovaporisation de trente-cinq grandes feuilles sous une température de 20° suffiraient sans doute à l'expliquer, et nous comprenons aisément que dans des plantes à racines peu développées, comme celles des expériences 29 et 31, cette transpiration ait pu laisser à 3 heures 30 de l'après-midi (heure de la décapitation) un vide d'eau dans la partie inférieure de la plante, car, quelle que soit l'hypothèse qu'on admette sur le mécanisme du mouvement de l'eau dans les végétaux, il est certain que cette eau entre par les racines, d'où il résulte que des racines peu développées seront moins aptes à fournir de grandes quantités d'eau que des racines plus développées. Plusieurs de mes observations confirment d'une façon éclatante ce rôle des racines[1]. Mais l'unique point sur lequel je désire attirer l'attention ici, c'est que, si la sève ascendante rencontre pendant longtemps une résistance très faible, son mouvement devient de

[1] Voir aux pages 245, 253, 268.

Digitized by Google

moins en moins énergique. Il y a donc lieu de distinguer entre une rapide et passagère diminution de la résistance, laquelle augmente beaucoup la poussée de la sève ascendante [1], et une diminution de la résistance qui persiste pendant des heures entières; celle-ci diminue l'énergie de la poussée. Cette expérience en contient une preuve catégorique. Après avoir enregistré pendant quatre jours des poussées positives, de bas en haut, énergiques et constantes, à des pressions variant entre 200 mm. et 2300 mm. d'eau, j'ai laissé pendant le cinquième jour la plante sous une pression zéro (tube recourbé deux fois). Or, le sixième jour, la plante ayant été adaptée à un tube vertical, aspira l'eau à toutes les pressions, même à 3 mm.! Je fournis ensuite le tube d'eau et laissai aspirer la tige. Le septième jour la plante commença à soulever la colonne, mais très lentement; le huitième, la colonne fit environ 25 mm. de chemin (500 mm. cubes en quantité expulsée), le neuvième, elle accomplit le double (1000 mm. cubes) et se trouva en conséquence (à la surface de section) sous une pression de 200 mm.; malheureusement, l'expérience dut être interrompue à ce moment [2]. Il est donc certain que le fait d'avoir tenu la pression à zéro pendant vingt-quatre heures avait arrêté, complètement arrêté, la poussée de bas en haut [3]; et nous voyons en outre qu'il a suffi de changer cet état de choses, de faire peser une certaine pression sur la surface de section, pour que la poussée reprenne et que la sève soit soulevée de bas en haut avec un effort qui allait en grandissant à mesure que la résistance augmentait.

Je crois que nous tenons ici un des résultats les plus importants de mes recherches sur la sève ascendante.

Dans les manuels de phytophysiologie on démontre — et cela n'est pas difficile — que la poussée d'en bas que peut fournir le mécanisme de la sève ascendante ne saurait suffire à approvisionner d'eau la partie supérieure d'une plante en pleine transpiration. Cette fonction de la plante, le « Wurzeldruck », est donc mise de côté avec un certain dédain, comme une quantité à peu près négligeable. On a

[1] Voir les analyses des expériences 22 et 34 par exemple.

[2] Lire la note au bas de la table de cette expérience.

[3] On voit combien est sujet à caution l'appareil recourbé deux fois, sous prétexte de laisser la sève ascendante s'écouler sous une pression zéro dans une burette, appareil recommandé par Sachs, Pfeffer, Van Tieghem et Detmer. L'emploi de cette disposition réduit rapidement la poussée de la sève à un minimum et, le plus souvent, l'arrête bientôt complètement.

Digitized by Google

tort. Le fait que je viens de signaler me semble démontrer que le mécanisme de ces divers mouvements d'eau dans la plante est plus compliqué qu'on ne voudrait croire ; la plante n'est pas un instrument de physique, mais un être vivant, dont toutes les parties se lient et s'influencent réciproquement dans une étroite corrélation. On dit : cette pression de la sève ascendante ne saurait fournir l'eau nécessaire à une plante en pleine transpiration. Mais en fournit-elle une partie ? une fraction, quelle qu'elle soit ? La force des racines agit-elle peut-être en de tels moments de façon à modérer la dépense d'eau ? Nous ne trouvons nulle part une réponse claire à ce sujet. On nous dit bien que lorsqu'on tranche à ras de terre une plante de tabac, une courge, un Helianthus qui se trouve en plein soleil, la partie inférieure de la plante aspire l'eau qu'on lui offre avec avidité ; les expériences de Hartig, Schwendener et autres, nous montrent qu'il en va de même pour un bouleau ou un hêtre qu'on abat en été ; mais mes expériences montrent que l'interprétation de ce phénomène est très problématique[1]. Pour prouver plus clairement que la force des racines est de peu d'importance dans la marche de la sève, M. de Vries, travaillant sous l'inspiration de M. Sachs, a imaginé une expérience fort ingénieuse[2], qui a l'unique défaut de ne pas répondre le moins du monde à ce qui se passe dans la nature. De Vries décapite la plante, place la partie supérieure, garnie de feuilles, dans une burette graduée, dont elle suce l'eau, et adapte au moignon inférieur un de ces célèbres tubes recourbés par deux fois et dont l'orifice (au même niveau que la section) plonge également dans une burette. Il montre par ce moyen que la partie feuillée absorbe beaucoup plus d'eau que le moignon n'en expulse. Je n'ai encore jamais rencontré un travail traitant des mouvements de la sève, où cette expérience ne fût pas citée, et citée comme décisive. Or, pour les deux parties de la plante, la disposition de l'expérience est fautive. Qui nous dit que cette tige tronquée, plongeant dans l'eau, n'absorbe pas beaucoup plus de liquide que la plante n'aurait pu en absorber par ces racines, et que ce fait n'engendre pas une transpiration exagérée, maladive ? Il a en effet été prouvé que des fragments de plantes séparées des racines

[1] Voir l'analyse de l'expérience 34, à la page 304, et l'aperçu historique à la page 29.

[2] On en voit la figure dans le livre de Sachs : *Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie*, p. 332, fig. 214.

Digitized by Google

transpirent beaucoup plus qu'ils ne transpirent à l'état normal[1]. D'un autre côté, mes propres expériences suffisent à démontrer qu'en mettant le moignon attaché aux racines sous une pression zéro, on opère une de ces simplifications qu'affectionne notre cerveau, mais que cela ne correspond à rien dans la nature, et que cette pression zéro ne nous montrera pas plus quelle était la force des racines au moment de la décapitation que toute autre pression et ne nous fournira aucun renseignement certain sur la quantité de sève soulevée dans la plante vivante par cette force. Il est fort possible que la poussée d'en bas était avant la décapitation oblitérée par la succion d'en haut ; cela n'est pas certain, mais c'est possible, peut-être même probable. Mais toutes les expériences portent à croire que dès que nous supprimons cette succion (ce que nous faisons par la décapitation), la poussée d'en bas reprend. Or, cette sève que les racines commencent immédiatement à soulever, se meut sous une résistance inférieure à zéro, et en lui opposant la pression zéro nous la refoulons[2]. Il faut donc bien se garder d'attribuer à cette pression zéro des qualités spéciales. Selon la pression qui régnait auparavant, la pression zéro pourra augmenter ou diminuer l'effort du « Wurzeldruck ». La seule chose un peu certaine, c'est que si la pression est laissée à zéro, la sève cessera bientôt d'être expulsée, pour peu qu'elle le fût auparavant. La façon dont on nous présente ces phénomènes peut être rendue compréhensible par la figure suivante : la sève ascendante est comparable à une charrette qu'un homme tirerait devant, tandis qu'un autre pousserait derrière ; lorsque celui de devant (la transpiration) se met à tirer très fort, l'autre (le « Wurzeldruck »), qui, au début, avait continué à pousser de son mieux, n'en peut plus, c'est à peine si, en courant à toutes jambes, il réussit, épuisé de fatigue, à suivre l'autre ; en fin de compte il saute sur la voiture et se fait traîner. Or, je me demande si c'est bien comme cela que les choses se passent. Je ne le crois pas. Mes expériences me font supposer qu'il y a une alternance de fonctions mieux réglée. Lorsque la transpiration est nulle, la pression de bas en haut (dont le centre moteur est très probablement dans les racines) croît avec la résistance qu'elle rencontre et doit ainsi jouer un rôle mécanique très important dans la crois-

[1] Voir *Botanische Zeitung* 1882, p. 27.
[2] Voir mes expériences 22 et 34.

Digitized by Google

sance de la plante, non seulement au début de la vie de l'individu, mais pour l'éclosion des bourgeons et dans tous les phénomènes nocturnes[1]. Mais nous verrons, en étudiant l'expérience 34, que l'effet immédiat d'une aspiration (telle que l'exerce la transpiration) est d'augmenter la poussée de bas en haut dans de notables proportions, non pas de l'abolir. Et nous verrons que si l'aspiration devient de plus en plus forte, la force des racines, loin de cesser, devient aussi de plus en plus puissante. La poussée ne diminue que lorsque l'aspiration reste constante, et elle cesse même complétement, pour devenir succion, si l'aspiration devient subitement moindre. J'y reviendrai en analysant les expériences 34 et 35; mais cela suffit pour montrer que ces phénomènes sont plus compliqués qu'on n'a cru jusqu'ici, et qu'ils méritent d'être étudiés à nouveau, en perfectionnant nos méthodes et en nous défiant des simplifications arbitraires.

Revenons à l'expérience 32.

On remarquera de nouveau les fortes oscillations. En augmentant la pression de 110 mm., le premier soir, l'énergie de la poussée augmente de 1,2 à 13,2 mm. à l'heure ; et ensuite nous voyons des séries de chiffres tels que : 13,2, 6,6, 4,0, 12,0, 7,2, etc. Il en est de même dans tout le courant de l'expérience, dès que la plante est laissée pendant quelque temps sous la même pression ; par exemple, le 4 juillet, à quatre heures et demie du soir 16,8, 25,2, 15,6, 20,4, 18,6.

On remarquera ensuite, si on jette un coup d'œil général sur toute la table de cette expérience, combien les chiffres qui expriment la poussée sont semblables sous des pressions qui varient entre 50 mm. et 2200 mm. Si on fait abstraction des premiers chiffres après un changement de pression, on peut dire qu'il n'y a point de différence, à moins toutefois qu'on ne puisse affirmer que la poussée diminue à mesure qu'on diminue la pression, ce qui paraît en effet probable, surtout d'après les toutes premières observations et les toutes dernières (après la fin de la table). On retrouve, par exemple, le matin du 4 juillet, le même chiffre de 9,6 mm. à l'heure (en hauteur) à 170 mm., à 600 mm. et à 1000 mm. de pression. Plus tard, nous re-

[1] On peut se demander si la croissance anormale des plantes cultivées à l'obscurité n'est pas, au moins en partie, due à cette cause, de même que nombre d'autres phénomènes attribués trop exclusivement à l'influence (accélératrice ou retardatrice) de la lumière. L'idée n'est pas neuve, Mariotte l'a exprimée en 1679, et Dutrochet y insiste longuement (I, 423, 424).

Digitized by Google

trouverons ce même chiffre de 9,6 mm. à la pression de 1700 mm. et à celle de 2210 mm.

Le 4 juillet, à 8 heures 50 du matin, nous observons de nouveau qu'une augmentation subite de la pression de 420 mm. est suivie immédiatement d'une poussée double de la précédente[1]. Je n'ai jamais vu ce phénomène se produire aussi rapidement, excepté lorsque la poussée était très forte et tendait à augmenter; la résistance peut augmenter la pression, je crois même que cela est généralement le cas, dans de certaines limites, mais presque toujours il y a au premier moment, après un changement de pression, une réaction en sens inverse. On le verra souvent dans la suite de cette expérience. L'exception que nous rencontrons ici appartient probablement au même ordre de phénomènes que ceux que nous avons constatés dans les expériences 25 et 29[2]. L'énergie est si grande chez cette plante que, même en élevant la pression de 200 à 1000 mm. (4 juillet, dix heures et demie), le recul n'a lieu que pendant la première minute; l'*accommodation* se fait très rapidement, et cinq minutes après le changement de pression, nous trouvons à 1000 mm. de pression le chiffre de 9,6 mm. d'augmentation à l'heure, venant après 11,4 à 200 mm. de pression.

Les essais sur les changements de pression nous confirment, entre autres choses, un point déjà établi à propos de *Brassica* et de *Tropæolum*, et qu'il est important de bien connaître. L'ampleur de la première réaction dépend non seulement de la différence entre les deux pressions, mais aussi, et en de fortes proportions, de la *durée* de la pression qui a précédé le changement[3]. Lorsque, par exemple, le 4 juillet à dix heures, je réduis la pression de 1000 mm. à 200 mm., après qu'elle eut été vingt-sept minutes à 1000 mm., la réaction du premier moment est exprimée par une poussée qui donne 62 mm. cubes de sève en dix minutes; à dix heures cinquante, après n'avoir été que seize minutes à 1000 mm., la quantité de sève en dix minutes est légèrement inférieure, elle n'est que de 60 mm. cubes, et ce qui est plus visible, c'est que la première réaction instantanée n'atteint ici que 5,5 mm. de l'échelle, au lieu de 6 mm. la première fois. Mais

[1] Mais il faut dire que la poussée revient dans une demi-heure au chiffre précédent de 9,6.

[2] Voir les pages 278 et 285.

[3] Voir la page 241.

Digitized by Google

lorsque, à 4 heures, la pression eut été maintenue à des chiffres variant entre 1000 et 2200 mm. pendant trois heures et demie, et qu'ensuite elle fut ramenée à 200 mm., et quoique la chose se fit assez lentement (en huit minutes), la tige expulsa dans les dix premières minutes 90 mm. cubes de sève [1]. Plus tard (six heures et demie), lorsque la pression fut de nouveau réduite à 200 mm., après une heure et demie seulement de hautes pressions, mais de pressions variant entre 2200 et 2300 mm., la réaction se chiffra dans les premières dix minutes de nouveau par une quantité totale de 62 mm. cubes. La réaction diminue, on le voit : c'est parce que c'est l'heure du minimum de poussée. On trouvera d'autres exemples analogues dans cette expérience.

On voit facilement quelle portée a cette constatation pour nous apprendre à juger avec réserve des premiers chiffres que nous donne une plante décapitée. Il se peut qu'il n'y ait eu aucune poussée du tout de bas en haut dans la tige, au moment où nous décapitions la plante ; mais si la résistance égalait auparavant le poids d'une colonne d'eau de 1000 mm. ou de plusieurs milliers de mm., et que nous nous contentions d'observer la surface de section (comme Dutrochet et Kraus), ou que nous adaptions sur le moignon un tube avec 100 mm. d'eau, ou un tube recourbé, à pression zéro, une très forte poussée de réaction pourra s'ensuivre pendant un certain temps. Cette poussée serait créée artificiellement. Mais je tiens presque encore davantage à faire constater que l'inverse est tout aussi vrai ; cette expérience, ainsi que d'autres, parmi les précédentes et les suivantes, le démontre. Lorsque je porte la pression (même très lentement) de 200 mm. à 2200 mm. (voir 4 juillet, cinq heures), il se produit une succion assez énergique de la part de la tige, qui dure pendant un quart d'heure. Or, rien ne prouve que nous ne créons pas dans nos expériences des situations analogues. Les traités nous enseignent : on tranche une tige, la surface de section absorbe l'eau, donc il n'y avait pas dans cette tige une poussée de la sève de bas en haut. C'est possible, mais rien n'est moins certain. L'affirmation est un flagrant exemple du *petitio principii*. Et cette objection a la même portée pour toutes les expériences, depuis celles de Hales jusqu'aux miennes. Nous ne laissons peser que 100 ou 50 mm., ou zéro mm. sur la sur-

[1] En calculant la quantité de 4,03 à 4,13, on trouvera une augmentation totale de 4,5, soit de 27 mm. en hauteur à l'heure.

Digitized by Google

face de section, je suppose, et la tige suce l'eau ; oui, mais c'est que nous avons peut-être soudainement augmenté la pression, toute minime qu'elle soit ! Dans les expériences 34 et 35, je montrerai qu'une plante peut sucer l'eau par la surface de section quoiqu'on exerce sur elle une pression négative, c'est-à-dire une aspiration, de plusieurs centaines de mm. et qu'elle n'en est pas moins capable de soulever la sève avec énergie et de vaincre des résistances considérables. On voit combien peu toute cette question est élucidée. Soit que nous voyions une plante expulser de la sève immédiatement après la décapitation, soit que nous la voyions aspirer l'eau dont nous humectons sa surface de section, nous n'avons pas le droit d'en tirer une conclusion directe sur ce qui se passait au dedans de la tige avant qu'elle ne fût tranchée.

J'attirerai encore l'attention sur la différence entre les résultats selon qu'on augmente et diminue la pression rapidement ou lentement. On trouvera dans d'autres expériences[1] de plus nombreux chiffres à cet égard. Mais on verra ici au moins une chose, c'est que la hausse et la baisse instantanées disparaissent complètement dès qu'on opère le changement d'une manière suffisamment lente.

---

**Expérience 33.** (*Ficus.*)

Expérience avec simple tube vertical ; durée, six jours.

Cette expérience est surtout intéressante à cause du contraste qu'elle présente avec la suivante. Ces deux *Ficus* étaient très semblables l'un à l'autre ; la tige de celui-ci était un peu plus courte que celle de la plante de l'expérience 34, mais par contre un peu plus forte, les feuilles plus nombreuses et plus grandes. Or, on verra que dans cette plante de l'expérience 33, la poussée de la sève ascendante a toujours été minime ; le maximum a été une augmentation de 4 mm. en hauteur à l'heure (soit 18 mm. cubes) ; tandis que la plante de l'expérience 34 a donné la poussée la plus énergique que j'aie observée dans mes expériences, s'élevant au début de l'expérience, sous une pression de zéro, à 17040 mm. d'accroissement en hauteur par

[1] Voir surtout les expériences 34 et 35.

Digitized by Google

heure (soit 340 800 mm. cubes), et atteignant quelquefois plus tard, sous l'effet de changements de pression, des chiffres encore plus élevés. — A quoi peut bien tenir cette différence? Peut-être à la saison? L'expérience 33 est faite au milieu du mois d'avril, l'expérience 34 au milieu du mois de février Il ne serait pas étonnant de trouver le « Wurzeldruck » supérieur en février à ce qu'il est en avril chez toute autre plante, mais ici, chez des plantes semi-ligneuses, à feuilles coriacées et cultivées dans la chambre, on ne comprendrait pas trop l'influence de la saison, à moins que, pour des raisons atmosphériques, la transpiration soit réellement moindre en février qu'en avril. Et encore, la transpiration est relativement faible dans des feuilles coriacées comme celles de *Ficus*. — Un élément de différence entre les deux plantes, c'est que celle-ci fut décapitée à 30 mm. du sol, celle de l'expérience 34 à 375 mm. du sol. Malheureusement aucune expérience systématique ne fut faite avec la plante de l'expérience 34 pour élucider ce point. La tige fut bien tranchée le quatrième jour à 100 mm. plus bas, et le chiffre de la première poussée sous la pression zéro (9000 mm. par heure, au lieu de 17 000 mm.) pourrait faire croire que la longueur de la tige est réellement pour quelque chose dans la vigueur de la pression de bas en haut. Toutefois on ne saurait déduire grand'chose de ce fait isolé. On aura peut-être remarqué que le *Dahlia* de l'expérience 32 était coupé à 30 mm. du sol, les autres à 17 mm. du sol. Mais on trouvera parmi mes *Cucurbita* et *Zea* des cas inverses. Ce n'est pas en comparant une plante à une autre, mais en coupant une seule et même tige successivement à des hauteurs fort différentes qu'on pourra élucider ce problème. Cela n'a pas été tenté jusqu'ici d'une manière méthodique. J'en avais pris note, mais la maladie m'a surpris avant que je n'eusse pu aborder l'étude de cette importante question. Je me contente donc de signaler l'énorme différence entre l'énergie de la poussée de la sève dans les expériences 33 et 34 [1].

On ne remarque aucune périodicité dans cette expérience; il y a les oscillations habituelles, et peut-être aussi une tendance générale à expulser plus de sève le jour que la nuit, mais c'est assez vague. — L'influence de l'arrosage est remarquablement peu marquée. Le matin du second jour nous voyons bien un maximum de 1,3 mm. en

[1] Voir la remarque importante dans l'analyse suivante.

Digitized by Google

hauteur à l'heure se dessiner une demi-heure après l'arrosage, mais ce même maximum se reproduit quatre heures plus tard et, le soir à huit heures, la poussée atteint de nouveau 1 mm. à l'heure. Le troisième jour, le maximum se produit six heures après l'arrosage. Le plus fort maximum de tous a lieu le quatrième jour, où la plante n'a pas été arrosée du tout.

Un fait assez curieux se produisit le quatrième jour. A huit heures et demie du matin j'enlevai une tranche de moins d'un millimètre d'épaisseur. Je m'étais convaincu, avant de commencer l'expérience, qu'on peut fort bien opérer avec les *Ficus*, pourvu qu'on ait soin d'éloigner avec l'aide du flacon à lavage le suc laiteux qui s'échappe d'un certain nombre des cellules tranchées par le couteau ; dès que cela a été fait, la sève que la plante continue à expulser est absolument claire. Toutefois, j'avais voulu me convaincre au microscope si la surface de section montrait, ou non, des traces de désorganisation, ou si elle était enduite d'une couche plus ou moins imperméable ; il n'en était rien, elle était en parfait état. Mais lorsque j'eus nettoyé la nouvelle surface de section aussi rapidement que possible et que j'y eus adapté le tube vertical, la sève se trouvait maintenant être expulsée avec deux fois autant d'énergie qu'après la première décapitation, et six fois autant qu'avant d'avoir enlevé cette nouvelle tranche. Il est vrai que cela ne dura pas ; l'énergie de la poussée diminua rapidement et tomba vers le soir à zéro ; mais le fait n'en reste pas moins et mérite l'attention. L'hypothèse qui me semble la plus probable est que, les plantes du genre *Ficus* étant particulièrement sensibles à des différences de pression (ainsi que l'expérience suivante le montre), le fait d'avoir abaissé la pression à zéro, pendant l'opération, après que pendant soixante heures elle fût allée, en croissant, de 40 à 70 mm., aura produit une réaction très marquée dans l'énergie de la poussée.

---

**Expérience 34.** (*Ficus.*)

Expérience avec manomètre ; durée, quatre jours ; nombre d'observations, trois cent soixante-cinq.

Une analyse détaillée de cette expérience demanderait trop de

Digitized by Google

place, elle fatiguerait la patience du lecteur; je me contenterai de faciliter l'étude des tables en indiquant brièvement les idées générales qui ont présidé aux observations, et grâce auxquelles on peut les diviser en groupes, ce qui en rendra l'étude détaillée plus commode.

Premier jour:

On remarquera l'extrême énergie de la poussée au début, sous la pression zéro; mais on verra aussi combien rapidement elle diminue. Dans toute cette expérience je me suis beaucoup servi de l'aiguille à secondes d'un chronomètre, ce qui m'a permis de constater des phénomènes inconnus jusqu'ici. Car, puisque l'énergie du mouvement ascensionnel diminue très rapidement, un chiffre pris au bout d'une heure (ainsi que l'ont fait la plupart de mes devanciers) aurait certainement donné une moyenne assez ordinaire. Même en observant un quart d'heure ou dix minutes après le début, on n'aurait pas pu deviner l'extraordinaire énergie du mouvement pendant les premières secondes et l'extrême rapidité avec laquelle cette énergie diminue. On voit que pendant la première seconde [1], la colonne d'eau a été soulevée de 117 mm., ce qui donnerait, calculé à l'heure, le chiffre formidable d'une poussée de 421 mètres (près de huit litres et demi de sève). Mais si au lieu de porter notre attention sur cette première seconde seule, nous la portons sur les trente premières secondes, le chiffre moyen que nous trouvons est très sensiblement inférieur; calculé à l'heure, il représente une augmentation de 17 mètres, soit la vingt-cinquième partie seulement de l'énergie de la première seconde. Et si nous nous contentions de prendre notre première mesure après deux minutes (augmentation totale de 151 mm.), nous ne trouverions plus que 4,5 mètres par heure, soit un peu plus du quart seulement du chiffre que nous donnèrent les trente premières secondes, et un peu plus du centième seulement du chiffre de la première seconde. Dans la suite de cette expérience on trouvera autant d'exemples qu'on en voudra de ce fait: lorsque la sève mobile d'une plante se trouve placée sous de nouvelles conditions de pression, la réaction est au premier instant très énergique, mais diminue très rapidement selon une progression géométrique, dont on pourrait

[1] Ce premier mouvement est tellement rapide que je l'ai qualifié dans mes tables d'*instantané*. En l'estimant à une seconde, on obtient un point de repère.

Digitized by Google

peut-être trouver la formule[1]. Toutefois on remarquera aussi ceci, c'est qu'après un très petit nombre de minutes, ce mouvement dans une direction constante (soit d'augmentation, soit de diminution) cède la place à un *mouvement oscillatoire*[2], et que, même lorsque l'énergie de la poussée continue sans interruption, soit à augmenter, soit à diminuer, cela n'a pas lieu selon une constante, mais à travers de brusques changements en plus ou en moins.

On remarquera aussi dans ces premières observations la différence que cela fait, de changer la pression peu à peu, ou de le faire en fermant le robinet de communication, de façon que le niveau de section soit placé brusquement sous de nouvelles conditions de résistance[3]. Par exemple, en réduisant (à midi quarante) la pression de 150 mm. à zéro, la première poussée n'est que de 720 mm. à l'heure; en la réduisant de 24 mm. à zéro avec le robinet fermé, la réaction est de 900 mm. à l'heure. On verra que même des changements de 2 mm. dans la pression, lorsqu'ils se font selon ce système, entraînent une réaction immédiate très appréciable[4].

Ensuite on trouvera une longue série d'observations dans lesquelles j'ai constamment ramené la pression à 800 mm. Ici aussi on remarquera combien la réaction est moins forte lorsque le changement de niveau n'est pas brusque. Lorsque je prends un quart d'heure pour élever la pression de zéro à 800 mm., la réaction de la première minute n'est que de 180 mm. à l'heure (à deux heures quinze); en relevant ensuite seulement de 788 mm. à 800 mm., soit de 12 mm. au lieu de 800 mm., mais brusquement, la réaction de la première minute est de 360 mm. Les exemples semblables abondent. — En examinant la série des expériences avec changement brusque de pression, on verra que la réaction dépend toujours mathématiquement de l'amplitude de ce changement. Par exemple, à deux heures trente-quatre, je relève le niveau de 5.8 mm., la chute dans la première demi-minute équivaut à 264 mm. à l'heure; je relève ensuite la pression de 4,2 mm. seulement, la chute dans la première demi-minute est de 216 mm. à l'heure seulement; la prochaine fois, je n'ai à relever la pression que de 3,5 mm., la chute ne se fait plus qu'à la

[1] Voir la courbe numéro 1.
[2] Voir aux pages 211, 265, 279, 280.
[3] Voir à la page 190.
[4] Voir par exemple le 10 février à une heure cinquante-huit minutes.

Digitized by Google

vitesse de 204 mm. à l'heure. Mais, ayant attendu plus longtemps, à la fois suivante, c'est de 11,8 mm. que je dois augmenter la pression pour la ramener à 800 mm., et la conséquence est une chute de 420 mm. à l'heure. Mais il faut bien prendre soin de ne comparer entre eux que des chiffres obtenus avec la même unité de temps [1]; d'après ce qui a précédé, on comprendra facilement pour quel motif. Si par exemple on prenait le changement de pression de deux heures vingt-huit, on croirait trouver une contradiction à la loi que je viens d'établir; j'avais élevé la colonne de pression de 7,8 mm. pour la ramener à 800 mm., et la table de l'expérience indique une baisse de 180 mm. à l'heure comme premier chiffre, c'est-à-dire beaucoup moins que ce que nous aurions dû attendre. Mais il faut faire attention qu'ici la première observation est prise une minute entière après avoir établi la pression de 800 mm. et non pas au bout de trente secondes seulement. Si l'on se donne la peine de comparer dans tous les cas précités les chiffres de la première minute entière, on verra que ce cas rentre dans la loi générale.

On remarquera dans la suite de cette première journée des observations assez curieuses sur l'énergie variable qu'exerçait la poussée de bas en haut. Evidemment la plante n'était pas à ce moment capable de supporter à la longue une pression de 800, ni même de 700 mm. Mais on voit très clairement un effort, qui ne peut être que physiologique, de s'accommoder à cette pression. La tige suce de moins en moins l'eau du tube, et lorsque j'eus continué pendant une heure et demie à ramener avec obstination la pression à 800 mm., j'obtins l'équilibre à 799 mm. Ensuite le mouvement d'aspiration reprit de nouveau, mais en réduisant alors la pression à 700 mm., j'obtins une poussée énergique. A 750 mm. de pression, la plante aspirait de nouveau, à 725 mm. elle expulsait la sève. — Une observation fort intéressante clôt cette première journée. Ayant ramené la pression à zéro, il y eut d'abord une poussée très énergique; après quatre heures et demie de pression variant entre 700 et 800 mm., cela n'est pas étonnant; mais on sera frappé de voir qu'en deux heures et demie la sève ne monte plus qu'à raison de 4,5 mm. à l'heure, et que pendant la nuit le chiffre moyen est de 0,9 mm. seulement. En voyant ces chiffres, on peut se demander si vraiment il y avait une si grande

[1] Voir page 241.

Digitized by Google

différence entre cette plante et celle de l'expérience 33, ou si ce ne sont pas plutôt uniquement les conditions de l'expérience qui ont conduit à des résultats tellement différents?

Second jour :

La journée entière est consacrée à des expériences sous des pressions inférieures à zéro ; en d'autres termes, le manomètre aspire ou suce l'eau à la surface de section. Les résultats sont, je crois, très inattendus et donnent à réfléchir.

En somme on peut dire que les choses se passent sous des pressions négatives absolument de même que sous des pressions positives[1]. Le matin, sous une pression positive de 10 mm. seulement, il y avait équilibre. Je réduis alors la pression assez lentement à — 100 mm., c'est-à-dire que je crée une force aspirante à la surface de section. Immédiatement une poussée énergique de sève se produit ; dans la première demi-minute elle atteint 250 mm. en hauteur à l'heure, et dans sept minutes elle a expulsé 142 mm. cubes de sève. Mais ici, de même que sous les pressions positives, l'énergie de la poussée diminue d'abord rapidement et ensuite, au bout de quatre minutes, commence à osciller, descendant jusqu'à 12 mm. à l'heure et se relevant de suite après à 48 mm. à l'heure. Toutefois, la tendance générale vers la diminution de l'énergie prédomine, et après une heure, la sève ne s'élève plus qu'à raison de 3,6 mm. à l'heure. — Je réduis alors le niveau à 300 mm. sous zéro. Il se produit une poussée plus de deux fois supérieure à la précédente, mais ici aussi les chiffres diminuent rapidement[2]. Mais voici l'observation la plus curieuse : lorsque, après avoir tenu la pression à 300 mm. sous zéro pendant une heure et demie, je l'élève à 200 mm. *sous zéro,* la tige *aspire* l'eau avec énergie. La force qui meut la sève vainc donc l'aspiration exercée par une colonne d'eau de 200 mm. et attire cette eau dans le sens contraire avec assez de violence pour en absorber 326 mm. cubes en une heure et demie. On verra par la suite de cette expérience, de même qu'on l'a déjà vu dans l'expérience numéro 2[3], qu'il en va toujours ainsi : *diminuer l'aspiration exercée sur la sève qui monte des racines, agit identiquement de la même façon que d'augmenter la pression qui pèse sur elle.*

[1] Voir l'analyse de l'expérience 22.
[2] Voir plus bas.
[3] Consultez la page 243.

Digitized by Google

On voit l'importance de cette constatation. Elle ébranle plusieurs opinions admises comme hors de discussion.

Une plante transpire ; par cela même elle aspire l'eau qui entre par les racines. On nous dit que cette aspiration annulle la pression de bas en haut ; cela est possible, mais cela n'est pas certain. Même dans des expériences artificielles on ne peut pas décomposer les forces. J'exerce sur la surface de section une aspiration qui se chiffre par une colonne d'eau haute de 300 mm., la tige expulse de la sève ; cette sève, est-ce mon instrument qui l'aspire, ou sont-ce les racines qui la poussent de bas en haut ? La réponse est problématique, mais nous avons au moins de fortes raisons de croire que les racines (et peut-être d'autres organes) ne se comportent pas avec indifférence dans un tel cas et que la succion par en haut ne s'exerce pas selon les lois de la simple mécanique. Car si, tout en continuant à aspirer, je diminue la force d'aspiration, la sève devrait, si elle était simplement aspirée mécaniquement, et si les racines se contentaient du rôle neutre d'un filtre, elle devrait, dis-je, continuer à monter dans mon tube ; elle monterait plus lentement qu'avant, voilà tout. Or, il n'en est rien. Dès que je diminue la force d'aspiration, et quoique je continue à aspirer, la tige n'expulse plus de sève du tout, au contraire, elle la suce, et même énergiquement. — Je reviens encore une fois à la célèbre expérience de Sachs, citée dans tous les traités : on coupe la tige d'une plante en pleine transpiration, le moignon absorbe l'eau, « *donc* (nous dit-on) la sève n'avait pas d'impulsion de bas en haut ». Rien n'est moins prouvé, puisqu'il suffit de diminuer l'aspiration exercée par en haut, pour qu'une forte succion attire l'eau immédiatement dans le sens inverse. Or, en tranchant la tige d'une plante en pleine transpiration, on coupe du coup toute aspiration par en haut. Cela suffit pour refouler la sève avec violence. Donc, cette expérience ne prouve pas tout ce que l'on prétend en déduire. L'interprétation qu'on lui donne implique un *petitio principii*. — Mais ces observations à des pressions « minus » conduisent à d'autres considérations tout aussi importantes. Car, en voyant le mouvement de la sève se conduire absolument de la même façon sous des pressions positives et sous des pressions négatives, on est amené à en conclure péremptoirement que *la pression de l'air ne joue pas dans ces phénomènes le rôle qu'on lui attribuait autrefois et que quelques-uns sont aujourd'hui de nouveau disposés à lui attribuer*. On verra par

Digitized by Google

exemple que la plante de cette expérience, lorsqu'elle eut été laissée pendant quinze heures de suite à la pression de — 300 mm., ne donnait ni plus ni moins de poussée de la sève qu'elle n'en avait donné à la pression zéro (comparer le 12 février, onze heures trente-deux, au 11 février, sept heures du matin), et les chiffres du 13 février viendront appuyer cette façon de voir. Du reste les exemples abondent dans mes expériences; déjà dans celle qui porte le numéro 1, nous avons rencontré des poussées identiques à 1000, à 1500 et à 2000 mm., dans l'expérience 9, nous avons trouvé une poussée de 7,2 mm. par heure à 10, à 20, à 60 et à 840 mm. de pression; dans l'expérience 22 la poussée de 11,7 s'est retrouvée à — 60 et à + 330 mm.; l'expérience 32 nous a fourni la poussée de 9,6 mm. à des pressions de 175, 605, 1000, 1700 et 2200 mm., etc. Et ce qui surtout est fort inattendu, c'est de voir que, vis-à-vis de la sève ascendante, les pressions négatives forment une seule et même série avec les pressions positives.

Troisième jour :

On verra qu'ayant été laissée sous une pression de moins 296 mm. le soir, la plante ne fournit pendant la nuit que la très petite poussée de 1,4 mm. à l'heure, quantité presque identique à celle que donna la plante de l'expérience 33 pendant la première nuit, sous une pression de + 50 mm. — De neuf heures deux minutes du matin jusqu'à onze heures trente-deux minutes, la poussée fut de 1,8 mm. à l'heure, marquant ainsi la légère augmentation qui se produit chez ces plantes vers le milieu du jour. Bref, l'aspiration exercée sur sa surface n'a pas le moindre effet sur le mouvement de la sève, qui continue sa marche ordinaire, tout comme si elle se trouvait sous une pression positive de plusieurs centaines de millimètres. Nous ne nous avançons peut-être pas trop en estimant que la diminution de résistance a plutôt diminué l'énergie de la poussée.

L'expérience fut ensuite interrompue. La plante, laissée sous la pression positive d'une colonne d'eau de 300 mm., en absorba cinquante ou soixante mm. jusqu'au matin suivant.

Quatrième jour:

La pression ayant été établie à zéro, il s'ensuivit une poussée très énergique, atteignant au premier moment 9000 mm. en hauteur à l'heure. Mais je prie de comparer les différentes poussées qui se sont produites ce jour-là à la pression zéro. Ici, la première fois, il s'agis-



Digitized by Google

sait d'une réduction de pression d'environ 250 mm. La fois suivante (à neuf heures cinquante-huit), c'est de 650 mm. que j'ai ramené la pression à zéro ; cette fois-ci il se produisit une poussée de 38 880 mm. à l'heure dans la première demi-minute. Ensuite (à dix heures trois), c'est de 183 mm. que je réduisais la pression ; la poussée fut de 6420 mm. Et ainsi de suite. Mais lorsque plus tard (à trois heures treize) le niveau de pression fut ramené à zéro, après qu'il eut été pendant une heure et quart à des niveaux variant entre 100 et 375 mm. *sous* zéro, il se produisit à cette pression zéro une chute si violente qu'elle atteignit pendant la première demi-minute le chiffre de 15 300 mm. à l'heure. Comment expliquer de tels faits s'il s'agit dans les mouvements de la sève d'un simple effet mécanique, dans lequel n'entre aucun phénomène vital, ainsi que le veut Strasburger dans son magistral ouvrage[1] qui fait aujourd'hui loi ? et si l'organisme des racines (et peut-être de la tige) ne constitue pas un appareil très compliqué, qui soulève l'eau dans la tige de bas en haut, ou qui l'aspire de haut en bas, selon les conditions générales de pression sous lesquelles se trouve l'ensemble de la sève mobile (conditions qui sont certainement sujettes dans la nature à des changements considérables) ? Comment les expliquer sans admettre que la physiologie de cet organisme lui permet de s'*accommoder* (dans de larges limites) à des pressions très différentes, de sorte qu'il peut soulever l'eau sous le poids d'une résistance considérable, mais qu'il peut de même refuser l'eau que l'aspiration mécanique lui demande, et ainsi aspirer par le bas en même temps que les feuilles aspirent par le haut de la tige ? Même si pendant les heures de grande transpiration les racines ne contribuent pas à soulever la sève dans la tige, ces expériences ne semblent-elles pas montrer que peut-être les racines peuvent sous certaines conditions jouer le rôle de *modérateurs* dans la consommation de l'eau ? Ce pourrait bien être là une des raisons pour lesquelles une tige feuillée, séparée des racines et placée dans un vase d'eau, transpire plus qu'elle ne transpirait avant. Je sens que je me hasarde un peu loin pour ma compétence si limitée, mais je ne puis m'empêcher de soumettre la question à ceux qui sont plus savants que moi. Strasburger lui-même (*Leitungsbahnen,* p. 871) est disposé à

[1] *Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen* (1891), partout, et *Ueber das Saftsteigen* (1893), p. 1, 8, etc.

Digitized by Google

croire que les racines pourraient, sous certaines conditions, servir à modérer la transpiration.

En étudiant les tables soigneusement, on trouvera la confirmation de plusieurs points sur lesquels j'ai insisté plus haut, ou déjà dans l'analyse d'autres expériences, et sur lesquels, pour cette raison, je crois inutile de revenir ici ; on verra, par exemple, que la puissance de la réaction que produit un changement de pression dépend (vitesse à part) de deux facteurs : de l'amplitude du changement et de la durée de la pression qui avait précédé ; mais on remarquera que la plus ou moins grande vitesse avec laquelle ce changement s'opère a une influence pour modérer la réaction [1].

Il y a cependant encore un fait sur lequel je voudrais attirer toute l'attention du lecteur. Nous avons vu dans de précédentes expériences que quelquefois, lors qu'on augmente la pression, la poussée de la sève augmente immédiatement, et que lorsqu'on la réduit, la poussée diminue [2]. Cela ne se rencontre pas souvent ; généralement le mouvement de réaction dure plus ou moins longtemps et peut facilement nous induire en erreur sur la véritable influence de la pression sur la poussée de la sève. On ne saurait cependant douter que (dans de certaines limites au moins) une augmentation de la pression entraîne une augmentation de la poussée ; nous en avons déjà vu toute une série de preuves [3] ; or, ici, nous retrouvons le même phénomène sous des pressions « minus ». En consultant la table à partir de deux heures, le 13 février, on verra que l'énergie de la poussée diminua plus rapidement à — 375 mm. qu'à — 250 mm. Sous l'aspiration plus forte, le chiffre de 108 mm. à l'heure est atteint en trois minutes et demie, sous l'aspiration moins forte, en quatre minutes et en cinq minutes. Et le chiffre de 33 mm. à l'heure que la poussée de la sève montre après avoir été sous une pression négative pendant une heure et quart, est très inférieur aux chiffres du matin et du jour sous des pressions de zéro, de 80 et de 150 mm.

[1] Je n'ai pas ici fait d'expériences avec des changemements excessivement lents ; pour en voir, consulter l'expérience 32.

[2] Voir surtout la p. 246.

[3] Voir les expériences 1, 2, 3, 9, 25, 31, 32, 35, 37, etc.

Digitized by Google

**Expérience 35.** (*Calla.*)

Expérience avec manomètre ; durée, neuf jours.

Les mouvements de la sève dans cette plante rappellent beaucoup ceux qu'on a constatés dans le *Ficus* de la dernière expérience : la poussée est très énergique, mais dans d'assez étroites limites de pression. On se souvient que chez les *Brassica* une différence de quelques centaines de mm. dans la pression n'opérait presque aucun changement sur la marche de la sève. Ici, comme dans le *Ficus* précédent, il en va tout autrement. Avec une colonne de pression de 150 mm., par exemple, nous observons une poussée de 54 mm. à l'heure en hauteur ; en élevant la pression à 400 mm., il se produit une chute instantanée de 75 mm. et la tige continue à aspirer l'eau énergiquement. — A quoi tient ce phénomène ? Peut-être à la structure de ces plantes ligneuses ou plutôt semi-ligneuses ? Peut-être aussi au fait que, cultivées dans des chambres, sous des conditions très stables de température et d'illumination, elles étaient moins aptes à se plier et à s'accommoder à des changements brusques de pression que des *Brassica* cultivés en pleine terre, avec les alternances de nuits glacées et de soleil brûlant, de pluie et de sécheresse.

Quoi qu'il en soit, j'ai voulu essayer avec cette plante ce que je n'avais pas pu avec le *Ficus*, qui me servait à d'autres recherches ; j'ai voulu essayer si je ne réussirais pas à faire supporter à la sève ascendante, d'une façon permanente, une pression beaucoup plus forte que celle qu'elle n'acceptait pas au début. Tout l'intérêt de cette expérience est là. Le premier soir je réussis au bout de quatre heures à obtenir une poussée durable à 700 mm. de pression. C'est en élevant la pression peu à peu, de 100 en 100 mm. (quoique la succion ne cessât pas un moment) jusqu'à 800 mm., puis en revenant à 700 mm. que j'obtins ce résultat. Je le signale comme un résultat très net de cette faculté d'*accommodation* sur laquelle j'ai souvent attiré l'attention dans ces analyses. — Le lendemain je poussais plus loin, en suivant une autre méthode. Dès le soir précédent, la plante se trouvait de nouveau sous la pression zéro ; la nuit elle avait donné 2660 mm. cubes de sève, et le matin, dans la seule demi-heure de huit heures dix à huit heures quarante, 234 mm. cubes. La force des racines fonctionnait donc activement. Cette fois ci j'élevai

Digitized by Google

tout d'un trait (en dix minutes) la pression à 1000 mm. La tige aspira l'eau vigoureusement. Je relevai le niveau plusieurs fois à mille mm.; l'aspiration devenait de moins en moins énergique, mais elle était toujours encore de 2300 mm. à l'heure (soit 46 320 mm. cubes). Alors, après avoir remis la colonne de pression à 1000 mm., je fermai immédiatement le robinet, laissant de cette façon la plante sous cette pression sans qu'elle pût aspirer l'eau; je la laissai ainsi pendant onze minutes et demie. En rouvrant le robinet, une poussée vigoureuse expulsa plus de 1000 mm. cubes de sève dans une demi-minute. Mais dans trois minutes le mouvement inverse commença de nouveau. Après avoir remis de nouveau la pression à 1000 mm., avec de légères oscillations autour de ce chiffre, je cessai de modifier la pression. Voici ce qui arriva. Pendant dix heures la tige continua à aspirer l'eau, mais dans une proportion qui — à part les oscillations que nous retrouvons ici comme dans toutes ces expériences — allait en diminuant. Ensuite, et quoique ce fut le soir, tard, le mouvement ascensionnel commença et acquit une telle intensité, que 660 mm. cubes d'eau furent expulsés pendant la nuit. La colonne de pression, qui était tombée à 947 mm. fût donc relevée par la plante elle-même; elle atteint le chiffre de 1000 mm. vers deux heures du troisième jour; l'après-midi du quatrième jour elle atteignait 1100 mm., le matin du cinquième elle mesurait 1175 mm. C'est la même plante qui, le premier jour, dans toute sa vigueur, ne supportait pas une colonne de 400 mm.! Et il faut remarquer que la quantité totale de sève augmentait à mesure que la pression augmentait : dans les vingt-quatre heures, entre dix heures trente, le 17 février et dix heures trente, le 18 février, la plante expulsa 1800 mm. cubes de sève; dans les vingt-quatre heures suivantes elle en expulsa 1980 mm. cubes. Mais brusquement, le cinquième jour, le mouvement changea de direction et la plante recommença à aspirer l'eau avec une énergie qui alla en croissant, mais qui atteignit son maximum le même soir. Le sixième jour, la plante continua à aspirer, mais dans des proportions moindres; le septième jour des arrêts et des poussées alternèrent avec la succion; le neuvième jour (la colonne de pression n'était plus que de 175 mm.) une poussée assez vigoureuse commença vers le soir.

L'interprétation de cette intéressante expérience ne peut être qu'hypothétique. D'après l'ensemble de mes expériences, je suis disposé à croire que des *changements de résistance* (soit de la pres-

Digitized by Google

sion) sont utiles, et peut-être nécessaires, pour activer et entretenir le mécanisme organique qui soulève la sève. Nous avons vu qu'en laissant la pression à zéro, l'énergie de la poussée diminue rapidement; il se peut qu'il en soit de même à d'autres pressions. La plante de cette expérience, par exemple, a soulevé la sève avec assez de vigueur et sans reculs pendant trois jours sous une pression allant de 950 à 1175 mm. Ensuite il y a une chute formidable, c'est-à-dire que les racines ont absorbé l'eau; mais après quatre jours, nous voyons la poussée recommencer. Il est tout à fait probable que si, lorsque cette aspiration a commencé, j'avais immédiatement diminué la pression de quelques centaines de millimètres, la poussée aurait tout de suite recommencé. — Il y aurait là toute une série de recherches à faire, en tâchant d'imiter ce qui se passe dans la nature. Car il est évident que les conditions de résistance sont très variables dans la nature. Quand la transpiration est encore minime, il y a les phénomènes de croissance active qui fixent l'eau fournie par les racines et la retirent de la circulation dans des proportions qui doivent changer à chaque instant; lorsque la plante a des feuilles épanouies, la transpiration occasionne évidemment des fluctuations autrement importantes et rapides. Seulement, ce qu'il n'y aura sans doute jamais à l'état de nature, c'est une brusque élévation de la pression de résistance, comme celle que j'ai accompli dans cette expérience, de zéro à 1000 mm. Dans les phénomènes de la croissance, c'est l'accumulation de l'infiniment petit qui produit de notables changements; aucun doute que l'accommodation de la force des racines ne se passe de la même façon; et les tables que nous possédons sur la marche de la transpiration nous montrent qu'elle ne s'accroît que peu à peu et ne diminue que peu à peu, et cela dans des rapports qui ne dépassent pas au maximum 1 : 3[1]. La chlorovaporisation[2] a de plus amples oscillations, étant de zéro dans l'obscurité, et croissant avec l'intensité de la lumière dans des proportions qui peuvent (chez les Graminées) atteindre 1 : 40. Mais ici aussi, ce n'est que peu à peu que l'appel d'eau et ainsi le changement de pression se fait sentir. « Il suffit déjà d'une faible intensité lumineuse pour que la chlorovaporisation com-

[1] Consulter Wiesner : *Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transpiration der Pflanze* (1876), et Comes : *L'azione della luce sulla Traspirazione delle Piante* (1879).

[2] Voir Van Tieghem : *Traité de Botanique*, 2me éd., p. 185.

Digitized by Google

mence, » nous dit Van Tieghem. Ce qu'il ne faut surtout pas perdre de vue, c'est que la transpiration varie à chaque instant avec le vent[1]; la résistance change en conséquence sans cesse. Il faudrait donc, pour imiter la nature dans des expériences avec des plantes décapitées, beaucoup changer la pression, l'abaissant le jour bien au-dessous de zéro, la relevant ensuite vers le soir et pendant la nuit; mais le tout très lentement, de millimètre en millimètre et avec de nombreuses oscillations. Cela n'a pas été essayé jusqu'ici. — A ce propos il ne sera pas inutile de rappeler que Th. Hartig a déjà signalé en 1863 (*Bot. Ztg.*, p. 267 et suiv.) que dans certains arbres (il cite entre autres le hêtre, le bouleau et le charme) on trouve que la pression à l'intérieur de la tige est très variable et que dans le courant de plusieurs heures il y a ainsi une alternance de poussées notables et de vigoureux mouvements de succion. Cette étude a été reprise en 1879 par Franz von Höhnel (*Pringsheim's Jahrbücher*, vol. XII, p. 47 et suiv.), qui a confirmé les affirmations de Hartig et a constaté que le même phénomène se retrouvait encore plus marqué chez les plantes herbacées. Höhnel, qui n'étudie pas la force des racines directement, mais qui en suit les conséquences dans la pression variable et dans les proportions changeantes de l'air et de l'eau dans la tige, en arrive à conclure catégoriquement que cette force des racines est bien un élément d'une activité permanente dans la marche de la sève et qu'elle fonctionne avec des « alternances périodiques » (voir surtout la page 103 du travail cité et les pages qui précèdent et suivent).

Mes observations, tout incomplètes et fragmentaires qu'elles soient, auront au moins suffi à montrer, non seulement que les plantes fournissent la même poussée à des pressions fort différentes, positives et négatives, mais aussi que les variations de pression activent la poussée.

---

### **Expérience 36.** (*Zea.*)

Expérience avec simple tube vertical; plante cultivée dans l'eau; durée, cinq jours.

[1] Voir le Mémoire de Wiesner : *Grundversuche über den Einfluss der Luftbewegung auf die Transpiration der Pflanzen* (1887).

Digitized by Google

Les onze expériences suivantes sont faites avec des maïs ; les sept premières avec des plantes cultivées dans l'eau. Ces expériences sont parmi les premières que j'aie faites, ce qui explique que plusieurs d'entre elles soient maigres de résultats. On verra qu'en général (ici comme chez les *Cucurbita*) les plantes cultivées dans l'eau, même lorsqu'elles sont vigoureuses, ont fourni beaucoup moins de sève ascendante que celles cultivées dans la terre, et, pour faire comprendre à quel point cela est le cas, je dois dire qu'en outre de celles publiées ici, j'ai commencé avec une douzaine d'autres pieds de *Zea* des expériences que je n'ai pas poursuivies parce que ces plantes ne cessaient d'aspirer avec énergie l'eau du tube. Si j'avais à recommencer de telles expériences, c'est avec des *pressions négatives* que je chercherais à obtenir des résultats. Peut-être qu'on pourrait ensuite amener de telles plantes à supporter des pressions positives. En attendant, le résultat important pour la physiologie, c'est que les plantes dont les racines croissent dans l'eau, ou les plantes dont la terre est saturée d'eau [1], ne fournissent jamais une poussée de la sève ascendante aussi énergique que les plantes chez lesquelles cela n'est pas le cas. Nous trouverons en outre dans chacune de ces expériences quelque petit fait ayant trait à notre sujet principal, du rapport entre la force des racines et la résistance qu'elle rencontre.

La marche de cette petite expérience offre un assez grand intérêt ; elle montre une fois de plus comment une plante peut s'*accommoder* à de nouvelles conditions de pression et dans quelles limites cela a lieu.

Au début, la sève reste immobile sous une pression de 110 mm. sur la surface de section. Après vingt-quatre heures la tige commence à aspirer l'eau d'une façon continue pendant une journée entière. Ensuite il y a pendant une journée entière des oscillations entre de petites poussées de sève et des aspirations de l'eau du tube. Dans la nuit du troisième au quatrième jour une poussée positive commence, qui dure à peu près quarante heures et expulse environ 263 mm. cubes de sève. Le soir du cinquième jour, dans l'espace de cinq heures, toute l'eau du tube est aspirée.

[1] Voir les expériences 14, 19, 44, etc.

Digitized by Google

**Expérience 37.** (*Zea.*)

Expérience avec simple tube vertical ; plante cultivée dans l'eau ; durée, cinq jours.

Cette plante, dont le système des racines était un peu moins développé que celui de la précédente, a cependant donné dès le début une poussée positive. La pression initiale était moindre de 40 mm.

On remarquera que l'énergie de la poussée augmente avec l'augmentation progressive de la pression. Dans les dix heures, entre midi et dix heures du soir du premier jour, sous une pression moyenne de 86,8 mm., il a été expulsé 114,4 mm. cubes de sève ; dans les dix heures suivantes, sous une pression moyenne de 115,4 mm., la quantité de sève expulsée est de 132 mm. cubes ; dans les dix heures qui vont de six heures du matin à quatre heures de l'après-midi du second jour, sous une pression moyenne de 142,1 mm., la quantité de sève se chiffre par 161,2 mm. cubes. On verra par le calcul que ces rapports entre la pression de résistance et la quantité de sève expulsée ne sont pas très éloignés d'un simple rapport arithmétique. — Mais tout d'un coup la marche change. Immédiatement après le grand maximum de 6,5 mm. d'accroissement en hauteur par heure, le chiffre de l'accroissement baisse de moitié et ensuite la tige commence à aspirer l'eau avec une énergie qui croît très rapidement dans une proportion d'environ 1 : 20, mais qui décroît tout aussi vite. Toujours et partout le mouvement oscillatoire. — Une réduction de la colonne de pression suffit à faire recommencer la poussée de la sève. Toutefois, il y eut à partir de ce moment de perpétuelles alternances entre des poussées positives de la sève et l'aspiration d'eau par la tige. Je ferai remarquer qu'ici de nouveau le chiffre maximum de la poussée fut atteint à la pression maximum, celle de 130 mm.

---

**Expérience 38.** (*Zea.*)

Expérience avec simple tube vertical ; plante cultivée dans l'eau ; durée, cinq jours.

Digitized by Google

Le système des racines est moins volumineux chez cette plante de moitié environ. — Ici, de même que chez la plante de l'expérience 36, il y a succion de la part de la tige avant que la poussée positive de la sève ne commence. Ici aussi, comme dans la plante précédente, on verra la quantité augmenter avec la pression jusqu'à un certain point (et avec les oscillations habituelles, mais moins marquées chez ces plantes à poussée faible); immédiatement après ce maximum, la poussée diminue rapidement et fait place ensuite au mouvement inverse de la succion. Ensuite la pression positive de bas en haut reprend, et la même série de phénomènes se répète, mais dans de moindres proportions. A la fin, de même que dans l'expérience 36, c'est le mouvement de recul, l'aspiration d'eau par la tige, qui l'emporte.

---

**Expérience 39.** (*Zea.*)

Expérience avec simple tube vertical; plante cultivée dans l'eau; durée, quinze jours.

Cette expérience a été faite sur une toute jeune plante, dans des conditions qui permettaient de mesurer la quantité d'eau qu'absorbaient les racines. La tige a presque toujours aspiré l'eau du tube; cependant on remarquera que tous les jours (excepté le cinquième) il y a eu au moins une fois dans la journée un mouvement inverse, une petite poussée de la sève[1]. C'est toujours après midi que ce mouvement a eu lieu et généralement dans la soirée; une fois la nuit. — En faisant le décompte de la sève expulsée, la tige a aspiré par la surface de section durant ces quinze jours, environ 42 mm. cubes d'eau, soit moins de 3 mm. cubes par jour. Pendant ce temps la racine absorbait environ 5000 mm. cubes, soit 333 mm. cubes par jour, cent onze fois autant que la surface de section.

On verra que la plante n'a pas cessé de croître pendant l'expérience; la décapitation ne semble lui avoir nui en aucune façon.

[1] Cela est probable aussi pour les cinq derniers jours.

---

Digitized by Google

**Expérience 40.** (*Zea.*)

Expérience avec un tube recourbé deux fois à angle droit; plante cultivée dans l'eau; durée, huit jours.

Cette expérience fut faite avec un de ces tubes qui permettent à la sève expulsée de s'écouler sous une pression zéro. Les quantités ont été très minimes, ce qui est invariablement le cas sous ces conditions. Dans l'expérience 37, par exemple, nous avions vu des poussées allant jusqu'à 28 mm. cubes à l'heure; même dans l'expérience 38, avec une plante peu vigoureuse et aux racines peu développées, il y avait eu une fois une poussée de 7,4 mm. cubes à l'heure; ici, avec une plante fort vigoureuse et munie de belles racines, 6,6 mm. cubes fut le grand maximum. — Toutefois, l'expérience n'est pas sans intérêt. D'abord nous voyons que la plante n'a pas cessé, jour et nuit, de soulever la sève, excepté l'après-midi du huitième jour. Ensuite nous retrouvons ici aussi les oscillations dans l'énergie de la poussée, qui sont surtout très marquées autour du maximum de chaque jour; par exemple, le 3 avril, nous voyons la série : 1,0, 6,0, 2,5, 0,5. Ceci est important à constater, car cela démontre que cette espèce de pulsation que nous avons si souvent constatée n'est pas uniquement le résultat de variations de résistance, mais que la force qui soulève la sève est elle-même sujette à des variations d'énergie.

Cette expérience vient aussi appuyer les précédentes et les suivantes pour montrer qu'il n'y a *aucune périodicité* diurne régulière dans l'impulsion de la sève chez ces *Zea* soustraites à l'influence de l'arrosage; du reste les expériences 43 à 46 montreront qu'il en est de même pour les *Zea* cultivées dans la terre. Il est temps que nous nous débarrassions de cette croyance *a priori* que chez les plantes tout phénomène doit nécessairement montrer une périodicité diurne.

Dans le cas actuel, où ni l'arrosage, ni la pression n'exerçaient d'influence perturbatrice, et où les variations de la température[1], ainsi qu'on peut s'en persuader par la simple inspection de la table, n'ont eu aucune influence quelconque sur la marche de la sève ascen-

[1] L'écart maximum pendant toute la durée de l'expérience n'a atteint que 3°,6 centigrade.

Digitized by Google

dante, nous trouvons le maximum le premier jour entre six heures et demie et huit heures du soir, le second entre midi et deux heures, le troisième jour de nouveau entre midi et deux heures, mais avec répétition du même chiffre le soir entre huit heures et dix heures. le quatrième jour le maximum tombe entre dix heures et midi, mais de nouveau le même chiffre (à une décimale près) se renouvelle le soir à huit heures, le cinquième jour un maximum très énergique se produit le matin entre sept et neuf heures, suivi, comme cela est généralement le cas, par une grande diminution d'énergie, dont la plante ne commence à se remettre que le soir, le sixième jour le maximum tombe au commencement de la soirée, entre trois et huit, le septième jour il a lieu le matin entre neuf heures et midi, le huitième jour entre dix heures et midi. L'examen des expériences précédentes, à pression variable, donnera des résultats semblables. Dans la petite plante de l'expérience 39, c'est, comme on l'a vu, toujours l'après-midi ou le soir que le mouvement de poussée positive a eu lieu. Quant au minimum, il suit d'assez près, ou immédiatement, le maximum.

---

**Expérience 41.** (*Zea.*)

Expérience avec simple tube vertical ; plante cultivée dans l'eau ; durée, trois jours.

Cette plante et la suivante sont des expériences parallèles. Elles appartiennent à toute une série que j'avais commencée sur l'effet de différentes solutions nutritives. Je ne voulais pas répéter les expériences de Detmer sur l'influence de la concentration des solutions sur la sève ascendante, mais j'espérais fournir un appoint à notre connaissance de la part qu'ont les racines dans ces phénomènes en provoquant par l'influence de la nutrition des systèmes de racines différant beaucoup les uns des autres, et en constatant l'influence de ces différences sur l'énergie avec laquelle est soulevée la sève. Ma maladie interrompit cette série d'expériences et la laissa trop fragmentaire pour qu'il ait paru intéressant de la publier. Je n'en n'ai conservé que ces deux expériences pour la publication présente et je n'entre pas dans des détails chimiques, puisque je ne désire attirer

Digitized by Google

l'attention que sur un fait unique, celui du développement si profondément différent des racines chez les deux plantes en question. Les racines de la plante de l'expérience 41 (nourrie avec un excès de phosphate) étaient longues, touffues et transparentes; celles de la plante de l'expérience 42, par contre (nourrie sans phosphates et avec beaucoup de nitrates) étaient courtes, drues, opaques. La tige et les feuilles étaient aussi plus courtes chez cette dernière plante. Or, il s'est trouvé que c'est cette plante de l'expérience 42, aux racines drues et opaques, qui, bien que le volume de ses racines fût inférieur de 350 mm. cubes au volume des racines de la plante de l'expérience 41, a donné la poussée de sève ascendante de beaucoup la plus énergique et la plus constante. La poussée maximum fut pour l'expérience 41 de 2,9 mm. en hauteur à l'heure (soit 12,2 mm. cubes), la poussée maximum atteint dans l'expérience 42 le chiffre de 5,2 mm. en hauteur à l'heure (soit 23,9 mm. cubes), presque le double. La plante 41 commença dès le matin du troisième jour à aspirer l'eau et ne donna plus aucune poussée ; la plante 42 continua pendant quatre jours et demi à soulever la sève, élevant la colonne de pression de 61 mm. à 146 mm., et elle n'aspira jamais.

Il y aurait peut-être encore bien des remarques intéressantes à faire à propos de ces expériences ; mais je préfère ne pas m'embarquer dans un aussi vaste sujet en ne m'appuyant que sur des données si peu nombreuses. La courbe numéro 7 aidera la lecture comparative des tables.

---

### **Expérience 42.** (*Zea.*)

Expérience avec simple tube vertical ; plante cultivée dans l'eau ; durée, quatre jours et demi.

Voir ce qui a été dit en analysant l'expérience 41.

Je me contenterai de faire remarquer la grande amplitude des oscillations dans la poussée de la sève chez cette plante vigoureuse ; on la voit très bien sur la courbe du second jour. Ceci vient confirmer ce que nous avons vu dans tout le cours de mes expériences, que plus une plante est vigoureuse, plus l'intensité des mouvements de la sève varie.

---

Digitized by Google

**Expérience 43.** (*Zea.*)

Expérience avec simple tube vertical ; durée, cinq jours.

Cette plante, cultivée dans la terre, est du même âge, à quelques jours près, que les précédentes ; on voit par sa description combien elle est plus vigoureuse que celles cultivées dans l'eau. — Ce qu'on verra aussi, en la comparant à la suivante, c'est que si on veut éliminer l'influence perturbatrice de l'arrosage sur la courbe diurne d'une plante cultivée dans la terre, il ne faut pas se servir du système Baranetzky [1] et plonger le vase dans une soucoupe pleine d'eau (ainsi que cela a eu lieu pour la plante de l'expérience 44) mais combiner un arrosage constant, goutte à goutte. J'y suis arrivé facilement en bourrant un entonnoir d'asbeste et en y entretenant l'eau à une certaine hauteur. Un ou deux essais suffisent pour régler cet arrosage, de façon à ce que la terre reçoive l'humidité dont elle a besoin, sans jamais être saturée ; dès que la terre est saturée, la poussée de la sève diminue, et bientôt elle cesse. L'arrosage goutte à goutte semble au contraire particulièrement favorable à l'impulsion de la sève. Voilà un des points intéressants de cette expérience.

On sera frappé de la constance de la poussée dans cette expérience ; les oscillations sont beaucoup moins amples que d'ordinaire ; pendant les trois premiers jours on ne trouve qu'une seule fois le rapport de 1 : 2 (18 juin, neuf heures du soir). Le quatrième jour, la poussée diminue assez rapidement, et ensuite la tige aspire l'eau, ce qui termine l'expérience. Il est assez curieux de constater, ce quatrième jour, que la diminution de la pression de 300 mm. n'a aucune influence sur la marche de la sève et n'empêche pas même momentanément le mouvement de baisse de s'accentuer de plus en plus.

Dans cette plante à arrosage continu on sera bien embarrassé de découvrir une périodicité diurne. Le grand maximum de toute l'expérience se produit entre dix heures du soir et cinq heures du matin. Certains auteurs ne nous avaient-ils pas enseigné que la courbe diurne de la force des racines était parallèle à celle de l'intensité lumineuse? Mais la seconde nuit les choses se passent autrement; le chiffre de la nuit est inférieur à ceux du jour précédent, et c'est dans

[1] Voir l'analyse des exp. 14 et 19.

Digitized by Google

la matinée que le maximum est atteint, entre neuf heures et demie et dix heures et demie. Seulement, qu'on fasse bien attention : identiquement le même maximum revient le soir entre cinq heures trente et sept heures. — Ce qui paraît constant, c'est qu'après un grand effort, il y a toujours un recul, mais dans des proportions très variables ; ici, en conformité avec le caractère général de l'expérience, ces reculs sont relativement peu marqués. Ce qui caractérise cette expérience, c'est plutôt la constance de l'effort. On remarquera, par exemple, des séries de chiffres tels que, le second jour : 4,8, 4,9, 4,7, et, le troisième jour, le chiffre de 4 mm. (d'accroissement en hauteur par heure) durant cinq heures et demie. Le système d'arrosage y est-il pour quelque chose ?

---

**Expérience 44.** (*Zea.*)

Expérience avec simple tube vertical ; durée, deux jours.

Cette expérience était imaginée comme pendant à la précédente. Les plantes étaient très semblables ; celle-ci un peu plus petite, mais d'aspect plutôt plus vigoureux. Le volume des racines s'est aussi trouvé considérablement supérieur. Cela n'a pas empêché que cette plante, traitée selon le système tant préconisé de saturation (le vase plongeant dans une soucoupe pleine d'eau), n'ait fourni de pression positive que pendant seize heures. Ensuite la tige ne cessa point d'aspirer l'eau.

J'ai fait avec cette plante un essai qui n'est pas relaté dans mes tables de chiffres. Pendant le troisième jour la sève continuait de baisser ; le niveau était à quelques mm. seulement au-dessus du zéro arbitraire du tube. J'enlevai le vase de la soucoupe d'eau ; l'aspiration cessa immédiatement, et il y eut même un très léger mouvement en sens inverse ; ensuite la succion recommença.

---

**Expérience 45.** (*Zea.*)

Expérience avec manomètre ; durée, deux jours.

Cette expérience est la toute première que j'aie faite avec le mano-

Digitized by Google

mètre. Je ne la conserve que parce que c'est l'unique *Zea* que j'aie essayé au manomètre, et que puisque cette plante était très semblable aux précédentes et aux suivantes, provenant de la même graine et plantée en même temps, cette expérience, toute mal disposée qu'elle est, nous donne pourtant un ou deux points de repère. Nous avons le droit de supposer que cette plante, de même que les autres, nous aurait donné le premier jour à une pression de 60 mm. environ des quantités de sève variant entre 13,5 et 27 mm. cubes à l'heure. Or, nous voyons que quelques heures après le début de l'expérience, la poussée équilibrait une colonne de 400 mm. et soulevait une colonne de 360 mm.; elle la soulevait en expulsant 16 mm. cubes par heure. Seulement, en laissant préalablement la plante pendant deux heures sous la pression zéro, j'avais artificiellement créé de très mauvaises conditions pour qu'elle supportât ensuite les pressions relativement considérables que je lui imposai. De fait, nous voyons par la suite la tige aspirer l'eau à toutes les pressions, même à zéro, et ce qui est intéressant, c'est qu'elle aspire d'autant plus énergiquement que la pression est moindre[1].

---

**Expérience 46.** (*Zea.*)

Expérience avec trois plantes munies de simples tubes verticaux ; durée, cinq jours et demi.

Trois pieds cultivés dans le même vase ont été décapités, l'un à 100 mm. au-dessus du niveau de la terre, le second à 50 mm., le troisième à 25 mm. Evidemment, l'expérience ainsi disposée (en imitation de Hales) ne saurait donner que de vagues indications sur le rapport entre la hauteur de la surface de section au-dessus des racines (soit la longueur de la tige) et l'énergie de la sève ascendante, car la poussée de la sève varie trop d'un individu à l'autre. C'est sur un seul et même pied qu'une telle expérience devrait être faite, et encore là les résultats seraient sujets à caution, puisque le seul fait d'enlever le tube et de pratiquer une nouvelle section créerait de nouvelles conditions de résistance. Enfin, telle qu'elle est, cette expérience n'est pas sans intérêt.

[1] Voir l'analyse de l'exp. 3, p. 246.

Digitized by Google

On sera très frappé des tout premiers chiffres (trois heures trente). La proportion entre eux est étonnamment égale à celle entre les hauteurs des sections ; ou, pour parler plus juste, les premières poussées sont presque exactement l'inverse des longueurs des tiges : la plante décapitée à 100 mm. donne 8,1 mm. à l'heure (en hauteur), celle décapitée à 50 mm., donne 19,6 mm., et celle décapitée à 25 mm. donne 36 mm. à l'heure. Toutefois je ferai remarquer que ces chiffres ne sauraient être considérés comme strictement comparables. Ce n'est pas seulement que la fermeture du tube sur A n'était pas tout à fait hermétique au début; mais les premières lectures ne sont pas faites à égalité de temps, et mes expériences ont prouvé que cela est absolument nécessaire. On se souvient que l'énergie de la poussée de la sève décroît pendant les premières minutes (qu'elle soit positive ou négative) dans une proportion géométrique. Le chiffre pour C est calculé ici d'après une période de quinze minutes, celui pour B d'après une période de dix-huit minutes, celui pour A d'après une période de vingt minutes. Il y aurait donc une certaine correction à faire. Le fait intéressant n'en persiste pas moins que la plante coupée à 25 mm. du sol a donné pendant les premières minutes une poussée de sève presque double de celle fournie par la plante coupée à 50 mm., et trois ou quatre fois plus considérable que celle de la plante coupée à 100 mm.

Dans la suite, le rapport entre les trois plantes n'est plus aussi simple. Immédiatement après ce premier effort, suivi, comme cela est presque toujours le cas, par un recul important, la poussée devient notablement plus faible chez C que chez B et que chez A. De quatre heures de l'après-midi à dix heures du soir de ce premier jour, A a expulsé 49,88 mm. cubes de sève (environ), B 106,75 mm. cubes, et C 20,52 mm. cubes. — Le second jour, A commence dès le matin à aspirer l'eau ; B continue à donner la poussée la plus considérable. De cinq heures du matin à neuf heures du soir, A a absorbé 95,7 mm. cubes d'eau, B. a expulsé 127,5 mm. cubes de sève, C a expulsé 42,7 mm. cubes de sève. — A partir de ce moment, A continue à aspirer l'eau avec une énergie qui va en augmentant. B donne encore une poussée de 134,8 mm. cubes de sève en tout, mais commence à aspirer dès le matin du quatrième jour, d'abord lentement et avec des efforts de réaction ; ensuite, à partir du cinquième jour, rapidement. C, au contraire, n'a jamais cessé de soulever la sève, et



Digitized by Google

il le fait avec une grande régularité de mouvement et avec une légère tendance à augmenter la poussée. Dans les vingt-quatre heures qui vont du soir du second jour à celui du troisième, cette plante a expulsé 92,3 mm. cubes de sève, dans les vingt-quatre heures suivantes, 92,9 mm. cubes, et pendant les dernières vingt-quatre heures, 91,7 mm. cubes.

En résumé, A est la plante qui a fourni le minimum de poussée, comme quantité et comme temps. B a fourni la quantité de sève la plus considérable, puisqu'elle en a expulsé (avant qu'elle ne commençât à aspirer) 522,7 mm. cubes. C n'a fourni en tout que 433,2 mm. cubes d'eau, mais elle n'a jamais cessé d'exercer une pression positive, et lorsque l'expérience fut interrompue, le matin du sixième jour, elle donnait des chiffres égaux et même supérieurs à beaucoup de ses chiffres du second jour.

Je ne me crois pas en droit de tirer des conclusions bien hardies de cette expérience; mais elle est intéressante, ne fût-ce que pour montrer à quel point des plantes du même âge, cultivées dans la même terre, se ressemblant autant que possible, peuvent différer par rapport à la force d'impulsion qui forme le sujet de cette étude. Elle montre aussi à quel point tous ces phénomènes sont compliqués et combien on doit être réservé et prudent en interprétant des expériences, même nombreuses, sur cette mystérieuse « force des racines ».

---

Digitized by Google

# V

# RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX RÉSULTATS

Dans l'introduction à cette dissertation, j'ai nettement déclaré que j'entendais me renfermer dans les étroites limites de ma compétence et ne donner qu'un corps d'observations. Si la maladie n'était pas venue m'interrompre au beau milieu de mes recherches et me rejeter hors de la carrière que j'avais choisie, j'aurais pu tenter d'éclairer l'ensemble de mes résultats par quelque hypothèse sur les forces motrices qui soulèvent la sève dans la tige et sur le chemin que celle-ci parcourt pour passer des extrémités des racines au sommet des branches. Pour le faire il m'aurait fallu terminer la série de mes expériences sur les rapports entre la résistance et la poussée de la sève ascendante, dont ce que j'ai présenté ici aux savants ne constitue qu'un fragment. Aujourd'hui je sens que ni le caractère fragmentaire de ces « Recherches », ni la situation de « dilettante » que les circonstances m'ont forcé d'accepter ne m'y autorisent. J'ai vu la vraie science de trop près, pour ne pas lui avoir voué le culte du respect. Ce que j'entends par le titre de « Principaux résultats » que j'ai donné à cette dernière section de mon travail, ce ne sont donc pas des résultats en dehors de ce que j'ai observé, ce n'est pas une théorie quelconque, mais tout simplement le résumé de ce qu'on a déjà pu voir dans mes tables et lire dans mes analyses. J'ai pensé qu'il y aurait une utilité pratique à rassembler ainsi les observations souvent éparpillées dans plusieurs expériences. Mais il va de soi que je me suis restreint ici aux faits qui me paraissaient les plus importants ou

Digitized by Google

les mieux établis et que je renvoie, une fois pour toutes, aux tables et aux analyses pour de plus amples détails et pour les documents à l'appui de ce que j'avance ici. Je renvoie de même au chapitre précédent pour quelques rapides excursions dans le domaine de la physiologie générale ; ici je me borne à constater des faits observés.

Avant d'aborder cette tâche, je dirai que le *principal résultat* que j'ambitionne en publiant ce volume, c'est d'inciter d'autres physiologistes à reprendre des expériences dans le genre de celles que j'ai faites, mais en perfectionnant mes méthodes et en poussant plus avant les recherches qui n'ont été qu'ébauchées par moi.

---

§ 1.

Je n'ai pas observé d'ascension de la sève chez les plantes suivantes : *Phaseolus, Vicia Faba* (ces deux cultivées dans l'eau), *Lamium* et *Orchis maculata;* les tiges de ces plantes n'ont pas cessé après la décapitation d'aspirer l'eau. J'ai observé une poussée positive de la sève ascendante, plus ou moins persistante et plus ou moins énergique, chez : *Brassica oleracea, Pelargonium* spec., *Tropœolum majus, Crassula* spec., *Eucalyptus globulus, Cucumis Melo, Cucurbita Pepo, Aralia* spec., *Senecio mikanioides, Dahlia variabilis, Ficus elastica, Calla* spec., *Zea Mais.*

§ 2.

Dans mes expériences, la poussée de la sève ascendante a été moins énergique chez les plantes ligneuses ou semi-ligneuses que chez certaines plantes herbacées.

§ 3.

Les saisons de l'année ont peu ou point d'influence sur la poussée de la sève ascendante, pourvu que la plante soit en croissance. *Brassica oleracea* et *Senecio mikanioides* se sont conduites sous ce rapport en janvier tout comme en mai et juin. Chez *Senecio* toutefois, la

Digitized by Google

quantité de sève soulevée était un peu moindre et la courbe diurne beaucoup moins ample. (Voir l'exp. 26.)

§ 4.

Les phénomènes de *périodicité diurne* que j'ai observés dans la force des racines peuvent être groupés sous trois chefs. Chez certaines plantes on ne trouve aucune trace de périodicité diurne ; chez d'autres on croit reconnaître une certaine périodicité diurne, mais les époques sont peu précises et de légers changements dans les conditions extérieures suffisent à les déplacer, de sorte que dans l'état de nature cette périodicité ne doit pas exister ; dans un troisième groupe enfin, on remarque une périodicité régulière et persistante, que les conditions les plus anormales ne parviennent que difficilement à masquer. Voici une observation qui peut servir à distinguer quelles plantes ont une vraie périodicité organique, et lesquelles n'en ont tout au plus que l'apparence : chez les *Brassica oleracea,* par exemple, on est souvent tenté de croire à une périodicité diurne, mais plus la plante est vigoureuse, moins il y a de périodicité (voir mon expérience numéro 2) ; le contraire est vrai pour les plantes à périodicité régulière ; plus elles sont vigoureuses, plus la périodicité est marquée et invariable (voir la *Cucurbita* de l'expérience 22 et le *Senecio mikanioides* de l'expérience 25.)

Je n'ai remarqué aucune périodicité diurne régulière chez *Brassica, Tropœolum, Crassula, Ficus, Calla* et *Zea.* Chez *Zea* (surtout chez les exemplaires cultivés dans l'eau et soustraits ainsi à l'influence perturbatrice de l'arrosage) on trouve le maximum de la poussée à toutes les heures du jour, et il n'est pas rare d'observer la nuit des poussées qui égalent celles du matin ou de midi. Chez *Tropœolum,* j'ai trouvé la nuit des poussées dépassant celles du jour.

J'ai observé une faible et instable périodicité chez *Pelargonium, Eucalyptus* et *Dahlia.* — Chez *Pelargonium,* le maximum de poussée de la sève ascendante a lieu en règle générale entre 9 heures du matin et midi, le minimum vers la tombée de la nuit ; mais il suffit d'arroser l'après-midi pour avoir le maximum le soir et voir l'effort de la nuit dépasser celui du jour. Chez *Eucalyptus,* il semblerait y avoir une tendance à maximum le soir entre 6 et 10 heures, et une tendance un peu plus prononcée à fournir le minimum d'é-

Digitized by Google

nergie le matin entre 6 et 11 heures; mais c'est là une périodicité bien vague. Dans les *Dahlia,* j'ai cru apercevoir une tendance à un maximum qui ne se concentre pas sur une courte période, mais qui s'étend sur toute une partie de la journée; cette période, ce sont les heures qui précèdent et suivent midi; de même, il y a toute une période de minimum la nuit.

Chez quatre plantes j'ai observé une périodicité marquée et constante. Ce sont les suivantes :

Chez *Cucumis Melo,* le maximum de poussée de la sève ascendante se produit le matin entre 9 et 11 heures ; le minimum s'étend sur le soir entre quatre heures et minuit.

*Cucurbita Pepo* nous offre ce maximum très régulièrement[1] le soir entre 5 et 8 heures; le minimum de la journée a généralement lieu le matin entre 6 et 11 heures. Mais chez cette plante on trouve presque toujours une seconde poussée assez marquée pour qu'on puisse la qualifier de « second maximum »; ce second maximum suit le minimum du matin, et de même un second minimum suit le maximum du soir; il n'est pas rare de voir ce second minimum dépasser le premier, ce qui transporte du matin au soir le minimum de la journée. (Voir la courbe numéro 4.)

Chez *Aralia,* le maximum du jour se produit le matin entre 8 et 11 heures, le principal minimum presque toujours le soir. Cette plante est la seule que je connaisse chez laquelle la courbe diurne de la sève ascendante soit très régulière et simple, s'élevant peu à peu à un maximum nettement marqué, pour s'abaisser ensuite peu à peu jusqu'à un minimum tout aussi nettement marqué. (Voir la courbe numéro 3.)

L'époque du maximum est très exactement limitée chez *Senecio mikanioides.* Ce maximum tombe toujours entre 9 heures du matin et midi; chez une plante très vigoureuse, j'ai même pu observer pendant huit jours de suite une époque encore plus limitée, ne dépassant pas une heure et demie (10,15 à 11,45). Le minimum commence vers six heures du soir et s'étend jusque vers le matin. Mais la courbe diurne est ici toute différente de celle d'*Aralia;* elle est en général très accidentée. (Voir la courbe numéro 5.)

[1] Chez les exemplaires peu vigoureux, l'heure de l'arrosage peut agir pour déplacer le maximum.

Digitized by Google

§ 5.

L'ensemble de mes tables montre que des différences de *température*, embrassant cinq ou six degrés centigrades, n'ont aucune influence appréciable sur la marche de la sève ascendante. (Voir toutefois l'exp. 10.)

§ 6.

L'*arrosage* exerce au contraire une influence qui peut être très grande.

§ 7.

L'influence de l'arrosage sur la marche de la sève ascendante se fait sentir chez certaines plantes immédiatement (*Crassula*, *Cucurbita*, etc.), chez d'autres (*Dahlia*, analyse p. 284) après plusieurs heures.

§ 8.

D'une façon générale, et sauf exceptions, plus une plante est vigoureuse, moins l'arrosage altère chez elle la marche de la sève ascendante; moins la plante est vigoureuse, plus l'action de l'arrosage se fait sentir. (Voir l'analyse aux p. 243, 258, 277.)

§ 9.

L'arrosage ininterrompu, goutte à goutte, paraît particulièrement propice pour activer le mouvement de la sève ascendante. (Voir l'exp. 43.)

§ 10.

La condition la moins avantageuse pour qu'un mouvement ascensionnel de la sève se produise et se maintienne, c'est la saturation de la terre. Plonger un vase dans une soucoupe pleine d'eau est le plus sûr moyen de réduire la poussée de la sève ascendante à un minimum, et souvent de l'enrayer complètement. (Voir les exp. 19 et 44.)

§ 11.

Les plantes cultivées dans l'eau, même celles qui sont en parfaite santé et en pleine vigueur, se distinguent de celles (des mêmes espè-

Digitized by Google

ces) cultivées dans la terre par le peu d'énergie de la sève ascendante et par le fait que cette sève ne supporte qu'une pression minime. Presque toujours les plantes cultivées dans l'eau aspirent l'eau immédiatement après la décapitation; ce n'est qu'après un certain nombre d'heures que la poussée positive commence; il est rare qu'elle soit énergique et durable.

§ 12.

Les *plantes grasses* semblent se distinguer des autres. Si on ne les arrose pas assez fréquemment, la poussée de la sève se transforme toujours en aspiration, et en aspiration très énergique. Après l'arrosage la poussée reprend, mais seulement après un certain temps; au début, l'arrosage ralentit bien le mouvement d'aspiration par la surface de section, mais ne l'arrête pas complètement; la plante, qui aspire avidemment l'eau par ses racines, n'en continue pas moins à l'aspirer en même temps par en haut. (Voir l'analyse des expériences à la page 256.)

§ 13.

Des observations précises, portant sur des plantes qui appartiennent à des familles très différentes, montrent qu'il y a un rapport entre les *dimensions des racines* et la puissance de la poussée qu'exerce la sève ascendante. Les expériences 1 à 3, 6 et 7, 20 à 22, 29 à 32, ne laissent pas de doute à ce sujet (Voir surtout l'analyse aux pages 245, 253, 268, 282). L'expérience 11, avec les deux branches desservies par deux systèmes de racines, corrobore les autres observations. (Voir l'analyse, p. 257.)

§ 14.

L'influence que la *nutrition des racines* exerce sur la poussée de la sève (exp. 41) appuie également cette affirmation.

§ 15.

Je ne trouve pas, dans mes expériences, un rapport entre les dimensions de la tige et la poussée de la sève ascendante. (Voir surtout

Digitized by Google

les exp. 29-32, page 283 de l'analyse, et aussi les exp. 20-22.) Ce qui tendrait aussi à démontrer que la force impulsive ne réside pas dans la tige, c'est que dans l'expérience 46, avec trois plantes décapitées à différentes hauteurs au-dessus du sol, c'est la tige coupée le plus bas qui a seule fourni une pression constante, et que la tige coupée le plus haut a expulsé le moins de sève. Toutefois, mes données sont trop peu nombreuses pour autoriser une conclusion.

§ 16.

Le mouvement de la sève n'est pas égal, souvent même pas parallèle, dans deux branches contiguës et égales de la même plante; (expérience 12). — Il n'est pas certain que ces branches soient desservies par les mêmes racines; si elles le sont, une branche peut influencer l'autre, en modifiant les conditions de résistance. Il ne faudrait donc pas trop se hâter de tirer des conclusions de ce fait.

§ 17.

On pourrait croire que lorsque la force des racines est vigoureuse, la poussée de la sève serait assez uniforme; il n'en est rien ; l'amplitude de la courbe diurne croît avec l'énergie de cette force. (Voir les exp. 23, 25, 42, etc., et surtout l'analyse à la p. 276.)

§ 18.

Il semble qu'il y ait un rapport entre la poussée maximum d'un jour et la quantité totale de sève expulsée dans le courant de la journée entière. (Voir l'analyse de l'exp. 25 à la p. 275.)

§ 19.

Les rapports entre la *résistance* (pression) que rencontre la sève ascendante et la *quantité* de sève soulevée dans l'unité de temps sont beaucoup plus compliqués qu'on ne l'a cru jusqu'ici. (Voir à ce propos l'analyse de l'exp. 24 à la page 272.)

§ 20.

La quantité de sève expulsée par la surface de section d'une tige tronquée dépend en partie du diamètre du tube qu'on adapte à la

Digitized by Google

tige. Dans l'expérience 22 l'accroissement en hauteur par heure est resté identiquement le même avec un tube dont la capacité était inférieure de moitié à celle du tube précédent.

§ 21.

La sève ascendante se conduit absolument de la même façon sous les *pressions négatives* que sous les pressions positives. Diminuer l'aspiration qu'on exerce à la surface de section agit identiquement de la même façon que si l'on augmente la pression. (Voir surtout l'exp. 34, et consulter aussi les exp. 2 et 22.)

§ 22.

L'aspiration exercée par les racines (?) sous certaines conditions paraît être un phénomène actif au même chef que la poussée qui élève la sève, car souvent nous voyons que, plus une plante est vigoureuse, plus elle aspire vigoureusement lorsque les conditions la font aspirer. (Voir surtout la comparaison entre la branche forte et la branche faible dans l'exp. 11, et aussi les exp. 23, p. 271 de l'analyse, etc.)

§ 23.

Il est de règle, lorsqu'on varie les conditions de résistance (pression) sous lesquelles se meut la sève, de trouver des quantités égales de sève expulsées sous des pressions très différentes. (Les exemples abondent dans mes expériences : dans l'exp. 1 on retrouvera le même accroissement en hauteur par heure de 4,5 mm. sous 30 mm., 500 mm., 1000 mm., et 1700 mm. de pression ; dans l'exp. 4 la poussée moyenne est la même à zéro et sous la pression de 600 mm. ; dans l'exp. 9, le chiffre de 7,2 mm. à l'heure se retrouve sous des pressions de 3 mm., 50 mm. et 850 mm. ; dans l'exp. 22, la plante fournit une poussée de 11,7 mm. à — 60 mm. et à + 330 mm. ; dans l'exp. 32 nous retrouvons l'accroissement de 9,6 mm. sous les pressions de 175 mm., 200 mm., 600 mm., 880 mm., 1000 mm., 1700 mm. et 2200 mm. ; dans l'exp. 34 on trouvera des poussées égales à zéro, à + 700 mm. et à — 300 mm., etc.).

§ 24.

Lorsqu'on augmente la résistance on voit fréquemment augmenter la quantité de sève expulsée. (On trouvera des exemples dans les expé-

Digitized by Google

riences 1, à la p. 241 de l'analyse, 2, 3, 9, à la p. 255 de l'analyse, 24 à la p. 272 de l'analyse, 35, 37, etc.; voir surtout en outre l'exp. 31, analyse p. 289, et l'exp. 32, analyse aux p. 291 et 295.)

§ 25.

De même, lorsqu'on exerce à la surface de section une pression négative, le fait de diminuer cette aspiration peut augmenter l'énergie de la poussée de la sève. (Voir l'analyse de l'exp. 34 à la page 303).

§ 26.

De même, il peut arriver qu'une plante qui aspire l'eau par la surface de section l'aspire d'autant plus énergiquement que la pression qu'on fait peser sur elle est moindre. (Voir l'analyse de l'exp. 3 à la p. 246, et celle de l'exp. 45 à la p. 320.) Une augmentation de la pression peut quelquefois faire qu'une plante qui aspirait l'eau l'aspire beaucoup moins, ou même qu'elle exerce une poussée positive, de bas en haut. (Voir l'analyse de l'exp. 14, à la p. 260 et surtout celle de l'exp. 24, à la p. 272.)

§ 27.

Si l'on diminue la résistance opposée à la sève ascendante dans de fortes proportions et qu'on laisse la plante longtemps sous ce régime de faible résistance, la poussée de la sève ascendante perd beaucoup de son énergie. (Voir surtout l'analyse de l'exp. 32, à la page 291, et aussi celle de l'exp. 40.)

§ 28.

Il est rare de voir un état d'équilibre parfait entre la poussée de la sève ascendante et la résistance qu'on lui oppose se prolonger au delà de quelques minutes. (Le plus grand maximum que j'aie observé a été de 7 $^1/_2$ heures chez le *Pelargonium* de l'exp. 6 ; voir l'analyse à la page 252.)

§ 29.

Mes expériences font croire que des changements de résistance sont utiles pour activer la poussée de la sève ascendante. Laissée sous une

Digitized by Google

même pression, soit zéro, soit toute autre, la poussée de la sève tend à diminuer jusqu'à complète cessation. (Voir surtout l'analyse de l'exp. 32 à la p. 291 et celle de l'exp. 35, aux pages 309 et 310.)

§ 30.

Lorsqu'on modifie soudainement la pression qui s'exerce sur la surface de section d'une plante décapitée, ce changement entraîne une réaction de la part de la sève ascendante. Si la pression a été augmentée, la poussée diminue d'intensité ou se transforme en aspiration ; si la pression a été diminuée, la poussée augmente ou l'aspiration diminue.

§ 31.

Cette réaction peut être excessivement violente au premier instant, mais elle diminue très rapidement, et cela sans exception. (Voir l'exp. 5 et la courbe numéro 1.) Une fois la réaction passée, il peut se faire que la poussée soit plus forte sous une pression supérieure, ou vice versâ.

§ 32.

Puisque cette réaction diminue très rapidement, on ne peut comparer entre elles que des observations prises dans la même unité de temps. (Consulter l'analyse aux p. 241 et 300.)

§ 33.

La violence de la réaction dépend en premier lieu de l'amplitude du changement de pression. (Voir l'analyse de l'exp. 1 et celle de l'exp. 32 aux p. 241 et 295.)

§ 34.

Elle dépend en second lieu de la durée de la pression qui avait précédé ce changement. (Exp. 1-5, 20, 22, 32, 34, etc., et consulter surtout l'analyse aux p. 241, et 295.)

§ 35.

Elle dépend en troisième lieu de la rapidité avec laquelle on effectue le changement de pression ; plus ce changement est rapide, plus la

Digitized by Google

réaction est violente. Si au contraire on essaie d'imiter la nature en augmentant la pression très lentement, il peut arriver que la réaction disparaisse complètement. (Voir surtout l'analyse de l'exp. 4 à la p. 249, celle de l'exp. 5 à la p. 251, et celle de l'exp. 34 à la p. 301.)

§ 36.

La réaction subit en outre l'influence de conditions concomitantes. Chez une plante à périodicité diurne fixe, par exemple, une diminution de la résistance entraîne une augmentation de la poussée d'autant plus grande qu'on l'effectue à une heure plus voisine de celle du maximum diurne, et vice versâ (voir l'analyse de l'exp. 25 à la p. 278); chez une plante très sensible à l'arrosage, ce sera l'arrosage qui augmentera ou diminuera l'amplitude de la réaction (voir l'analyse de l'exp. 29 à la p. 285); etc.

§ 37.

De l'ensemble de ces faits il résulte que les forces de propulsion de la sève ascendante possèdent, au moins dans de larges limites, la faculté de s'*accommoder* à des conditions de résistance fort variables, soit positives, soit négatives.

§ 38.

Selon la plante et selon les conditions, cette accommodation peut s'effectuer très rapidement ou très lentement. (Dans l'exp. 32, la réaction causée par une augmentation de la pression de 800 mm. d'eau ne dure qu'une minute, dans l'exp. 35 l'accommodation à une augmentation de pression de 1000 mm., exige dix heures; voir l'analyse aux pages 295 et 309.)

§ 39.

On peut hâter artificiellement l'accommodation à une nouvelle pression en ramenant continuellement le niveau à la même pression. (Voir surtout les exp. 5 et 35.)

§ 40.

Ce qui a été dit dans le paragraphe 35 rentre dans ces phénomènes d'accommodation des forces de propulsion à de nouvelles conditions de résistance.

Digitized by Google

§ 41.

Lorsqu'on laisse la sève monter dans un tube vertical, on voit, pourvu qu'on observe la marche de la colonne d'eau assez fréquemment, que l'énergie de la poussée exercée par la sève ascendante varie constamment et que, même lorsque la tendance générale est nettement marquée, soit vers une augmentation, soit vers une diminution de cette énergie, la courbe qui représente la poussée de la sève est toujours une ligne en zigzag. (Etudier la courbe numéro 5 et lire la discussion du phénomène à la p. 244.) Cela est d'autant plus visible que la plante est plus vigoureuse. (Comparer les deux tracés de la courbe numéro 6.)

§ 42.

Si au lieu d'eau on emploie du mercure pour la colonne de pression, ce mouvement oscillatoire est considérablement augmenté. (Voir la courbe numéro 2, et comparer les expériences 23 et 24.) On est tenté d'en conclure qu'il y a aussi dans ce cas l'indice d'un phénomène d'accommodation. (Voir l'analyse aux pages 244 et 271.)

§ 43.

Toutefois on trouve aussi des oscillations très marquées de la poussée lorsque l'écoulement de la sève se fait sous la pression constante de zéro. (Voir l'analyse de l'exp. 40.) Qu'il y ait donc, ou non, accommodation, il y a certainement en outre autre chose, et le fait reste acquis, que l'énergie de la sève ascendante n'est pas constante, mais très variable, et que plus une plante est vigoureuse, plus cette courbe est accidentée. (Voir par exemple l'exp. 42 et nombre d'autres.)

§ 44.

Lorsqu'il y a des changements de pression, la poussée qu'exerce la sève ascendante (soit l'aspiration qui se produit à la surface de section) dépend en grande partie, comme on le voit, de la pression précédente. Par exemple, une plante qui expulse la sève vigoureusement sous une pression positive de 1000 mm. peut bientôt après aspirer l'eau sous une pression négative de — 200 mm.; il suffit pour cela qu'elle se soit dans l'entre-temps accommodée à une résistance néga-

Digitized by Google

tive d'un chiffre supérieur à celui-ci. (Voir l'analyse de l'exp. 24 à la p. 272, et étudier dans celle de l'exp. 34, aux pages 306 et suiv. la série des observations faites en ramenant la pression à zéro après diverses pressions positives et négatives.)

§ 45.

Il en résulte que lorsqu'on décapite une tige et qu'on voit, soit qu'elle expulse de la sève, soit qu'elle aspire l'eau dont on humecte la surface de section, il est impossible d'en conclure directement à ce qui se passait dans l'intérieur de la tige avant la décapitation. Cette décapitation, en changeant soudainement les conditions de résistance, peut faire qu'une tige dans laquelle la sève était soulevée de bas en haut, l'aspire maintenant avec énergie; elle peut aussi produire le résultat inverse et créer artificiellement une poussée qui n'existait pas précédemment.

Digitized by Google

Digitized by Google

# TABLE DES MATIÈRES

Pages

Préface. . . . . VII
Introduction . . . . . 1
Chapitre I. Aperçu historique . . . . . 9
Chapitre II. Description de mes expériences. . . . . 32
Chapitre III. Table des expériences . . . . . 47
Chapitre IV. Analyse des expériences . . . . . 239
Chapitre V. Résumé des principaux résultats . . . . . 323

# ERRATA

Page 30, dixième ligne : lisez § 45 (non pas 42).
Page 47, deuxième ligne : lisez mikanioides (non pas mikanoïdes).
Page 275, note 2 : lisez 278 (non pas 000).



Digitized by Google

# TABLE ALPHABÉTIQUE


Accommodation, phénomènes d', 5, 15, 240, 242, 245, 248, 250, 255, 265, 271, 289, 295, 306, 308, 312, 333, 334.
*Achyranthes Verschaffeltii*, 25.
Animisme, 6.
*Aralia*, 144-150, 252, 270-272, 324, 326.
Aristote, 6, 12.
Arrosage, influence de l', 243, 246, 252, 256, 266, 267, 277, 281, 284, 286, 298, 318, 326, 327, 333.
Askenasy, 22.
*Atriplex hortensis*, 19.

Baranetzky, 22-24, 25, 34, 37, 240, 252, 263, 266, 277, 318.
Baudin, 45.
*Begonia incarnata*, 24.
Bernard, Claude, 7.
Böhm, Joseph, 10, 22.
Boissier, Edmond, 1, 45.
Boussingault, 31.
*Brassica oleracea*, 19, 45, 48-87, 239-251, 254, 255, 295, 308, 324, 325.
Brosig, Max, 22, 23, 25.
Buffon, 12, 14, 22, 32.
Caesalpino, 10, 11.

*Calla*, 205-211, 250, 308-311, 324, 325.
Camerarius, 11.
Candolle, Augustin Pyr. de, 6, 7.
Candolle, Alphonse de, 1.
Capacité des tubes, 268, 329.
Capillarité, 10, 14, 18, 28.
*Chenopodium album*, 19.
Chlorovaporisation, 279, 310.
*Chrysanthemum coronarium*, 19.
Cohn, Ferdinand, 25.
Copernic, 12.
*Crassula*, 46, 101-112, 256-259, 324, 325.
*Cucumis Melo*, 118-122, 252, 260, 324, 326.
*Cucurbitacées*, 44.
*Cucurbita Melopepo*, 24.
*Cucurbita Pepo*, 23, 122-144, 252, 261-270, 292, 298, 324, 325, 326.

*Dahlia variabilis*, 27, 166-185, 282-297, 298, 324, 325, 326.
*Delairia*, 273.
Démocrite, 12.
Detmer, M. le prof., 22, 23, 24-25, 291, 316.
*Digitalis media*, 19.
Dutrochet, 11, 13, 16-18, 19, 21, 26, 294, 296.

Eau, cultures dans l', 45, 260, 261, 262, 263, 311-317, 324, 327.
Eau, vase plongeant dans l', 263, 319, 327.


Digitized by Google

Empirisme, 6, 7.
Endosmose, 10, 16, 17, 18.
*Eucalyptus globulus*, 113-118, 259-260, 324, 325.

*Ficus elastica*, 45, 185-205, 250, 297-307, 308, 324, 325.

Godlewski, 22.
Graebe, M. le prof., 1.
Grandeau, 45.
Grew, 11.

Hales, 11-16, 19, 21, 22, 24, 27, 30, 33, 34, 37, 38, 259, 272, 296, 320.
Hartig, Robert, 10, 22, 292, 311.
*Helianthus annuus*, 19, 20, 292.
Hœhnel, Franz von, 29, 30, 44, 311.
Hofmeister, 11, 16, 18-21, 22, 24, 25, 27, 33, 34, 35, 240, 244, 266, 274, 275, 279, 285.
Horvath, Alexis, 22, 23, 24, 25-26, 27.

Imbibition, 10, 19, 28.

Kœlreuter, 11.
Kopp, 45.
Kraus, C., 22, 26-27, 296.

*Lamium*, 324.
Laskowski, M. le prof., 1.
*Lychnis vespertina*, 19.

Malpighi, 11.
Mannhardt, 6.
Manomètre, 38, 41-44, 48, 53, 56, 59, 74, 95, 97, 116, 126, 134, 139, 148, 161, 170, 175, 180, 189, 205, 232.
Mariotte, 11, 294.
Matérialisme, 6, 7.
*Matthiola incana*, 19, 20.

Maximum, importance du, 274-278, 285, 329.
Mercure, emploi du, 36, 244, 271, 334.
Meyen, 10, 19.
Micheli, M. Marc, 32.
*Mikania scandens*, 272.
*Morus alba*, 19.
Müller, Jean, « argovensis », 1.

Nägeli, 10.
Newton, 12.

*Orchis maculata*, 324.
Oscillations de la poussée, 240, 244, 246, 247, 253, 261, 265, 267, 271, 279, 280, 294, 301, 314, 315, 317, 318, 334.

*Papaver somniferum*, 19.
Pasteur, 12.
*Pelargonium*, 88-95, 252-253, 324, 325, 331.
Périodicité, la, 19, 22, 24, 25, 33, 252, 260, 261, 262, 264, 268, 270, 273-276, 280, 283, 286, 298, 315, 318, 325-326, 333.
Perrault, 11.
*Petunia nyctaginiflora*, 19.
Pfeffer, M. le prof., 27, 28, 32, 33, 35, 37, 291.
*Phaseolus multiflorus*, 19, 45, 324.
*Pisum sativum*, 19.
Pitra, 30, 263.
Plantes grasses, 256-258, 328.
Plantes ligneuses, 270, 308, 324.
Pression absolue (de la sève), 15, 21, 33, 239, 260, 272, 308.
Pression et quantité (leurs rapports), 33-36, 239, 242, 247, 250, 254, 259, 260, 261, 263, 265, 272, 277-279, 286, 287-289, 290-297, 300-307, 309, 311, 313, 314, 318, 320, 329-335.

Digitized by Google

Pressions négatives, 45. 243. 244, 269. 303-307, 312, 330. 331, 334.
Pression de l'air, 10, 304.

Racines, force des, 4, 14, 17, 19, 21, 22, 28-36, 277, 291-294, 298, 322. 328.
Racines, rapports du volume des, 245, 253, 254, 257, 258, 267, 268, 282, 290, 319, 328.
Ray, 11.

Sachs, M. le prof., 6, 10, 14, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29. 33, 34, 35, 37, 244, 275, 279, 291, 292, 304.
Saisons, influence des. 247, 279, 324.
Scheit, 29.
Schiff, M. le prof., 1.
Schwendener, M. le prof., 7, 8, 10, 21, 22, 292.
Senebier, 11.
*Senecio mikanioides*, 45, 150-166, 252, 272-282, 324, 325, 326.
*Senecio scandens*, 272.
*Silybum Marianum*, 19.
*Solanum nigrum*, 19.
Solutions nutritives (leur influence), 46, 316, 317, 328.
*Sonchus oleraceus*, 19.
Sprengel, Kurt, 9.
Stahl, 6.
Strasburger, M. le prof., 5, 6, 7, 8, 10, 21, 22, 30, 306.

Température, influence de la, 24, 25, 256, 277, 327.

Thury, M. le prof., 1, 2, 32, 33, 34, 35, 36, 38.
Thylles, formation de. 45.
Tieghem, Van, M. le prof., 21, 27, 291, 310, 311.
Tiges, rapports des dimensions des, 283, 298, 320-322, 328.
Transpiration, 14, 21, 28, 29, 279, 285, 291-294, 304, 306, 310.
*Tropæolum*, 95-101, 253-255, 295, 324, 325.
Tube recourbé deux fois, 37, 220, 315.
Tube vertical, 37, 39, 88, 93, 101, 104, 109, 113, 119, 122, 125, 128, 130, 140, 145, 151, 164, 165, 167, 186, 212, 213, 215, 217, 223, 225, 228, 230, 234, 334.

Unger, 10.
*Urtica urens*, 19, 20.

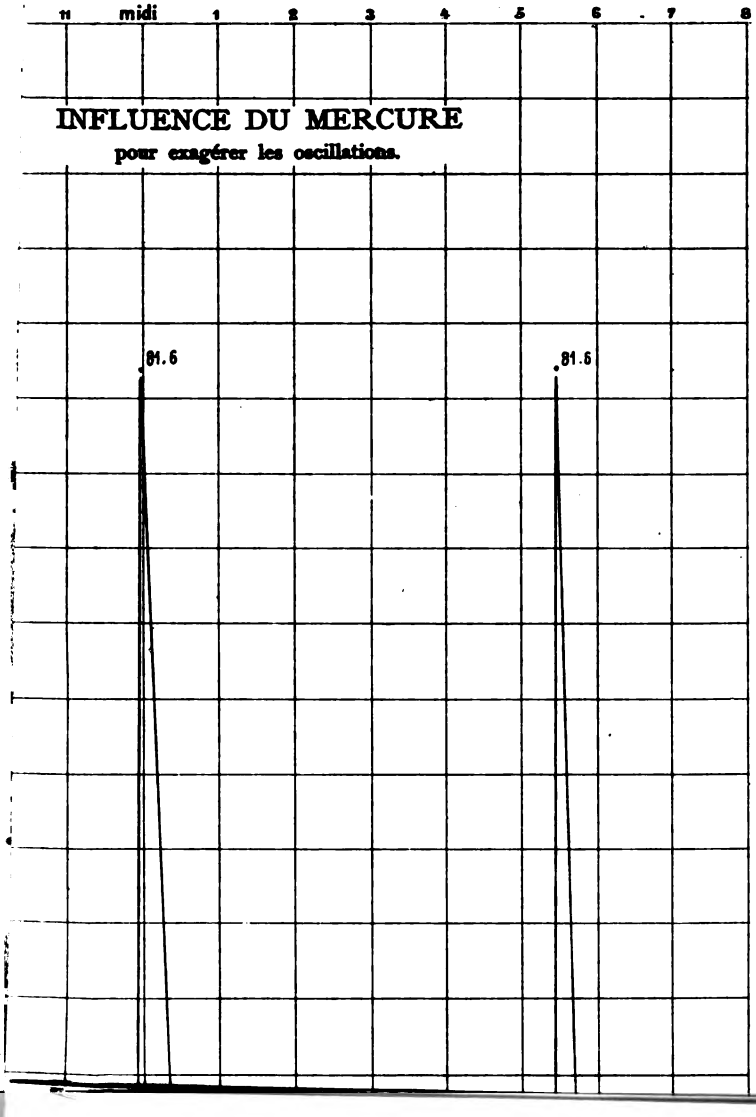
Variations brusques, 240, 248, 250.
Vesque, 21.
*Vicia Faba*, 45, 324.
Vogt, Carl, 1.
Vitalité, 4-8.
Vries, Hugo de, 29, 292.

Wiesner, M. le prof., 3, 21, 31, 279, 310, 311.
Wollny, 26.
Woodward, 11.
Wurzeldruck (voir force des racines).

*Zea Mays*, 19, 45, 46, 211-238, 298, 311-322, 324, 325.

Digitized by Google

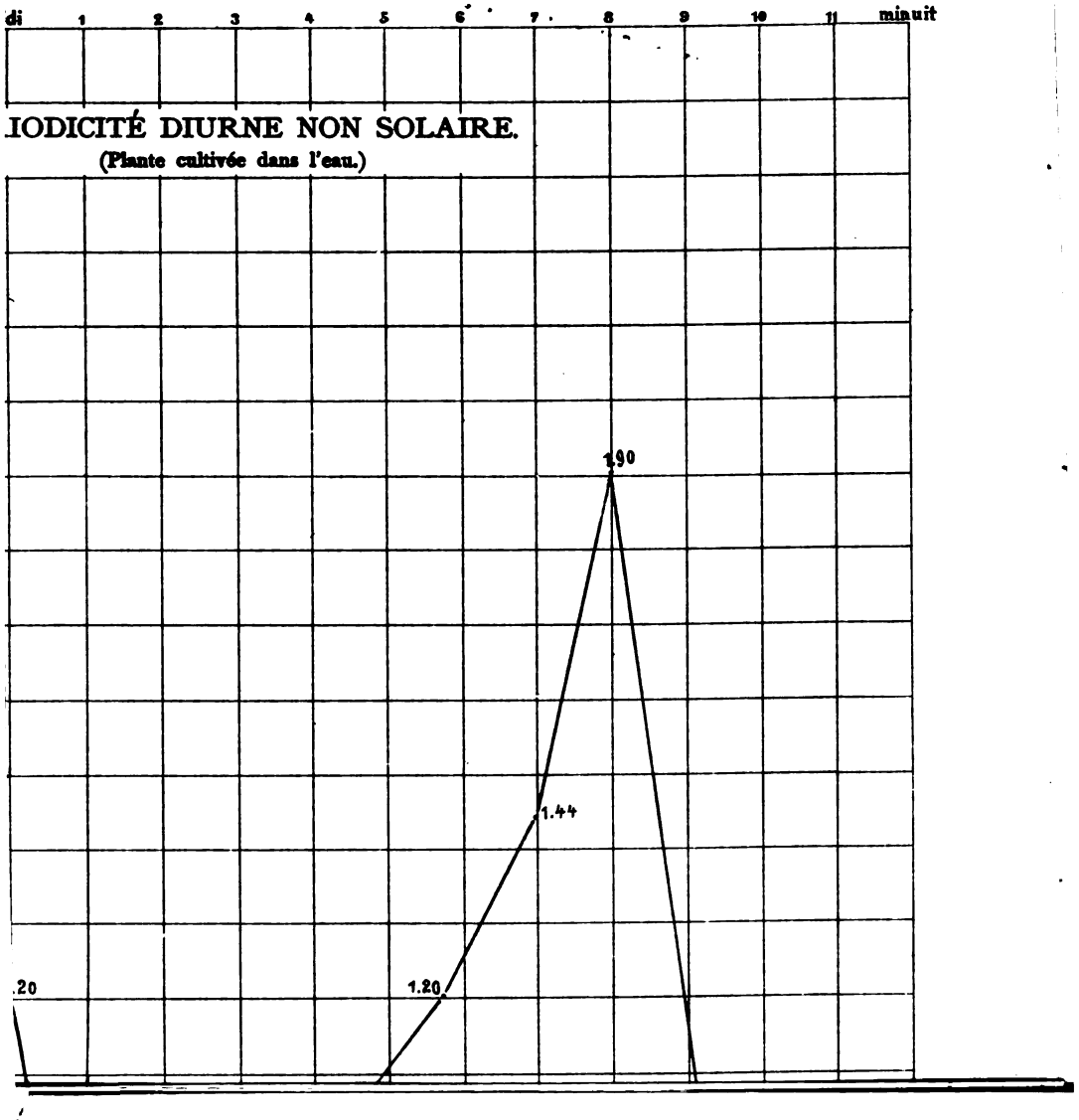
Courbe 2.




Digitized by Google

Digitized by Google

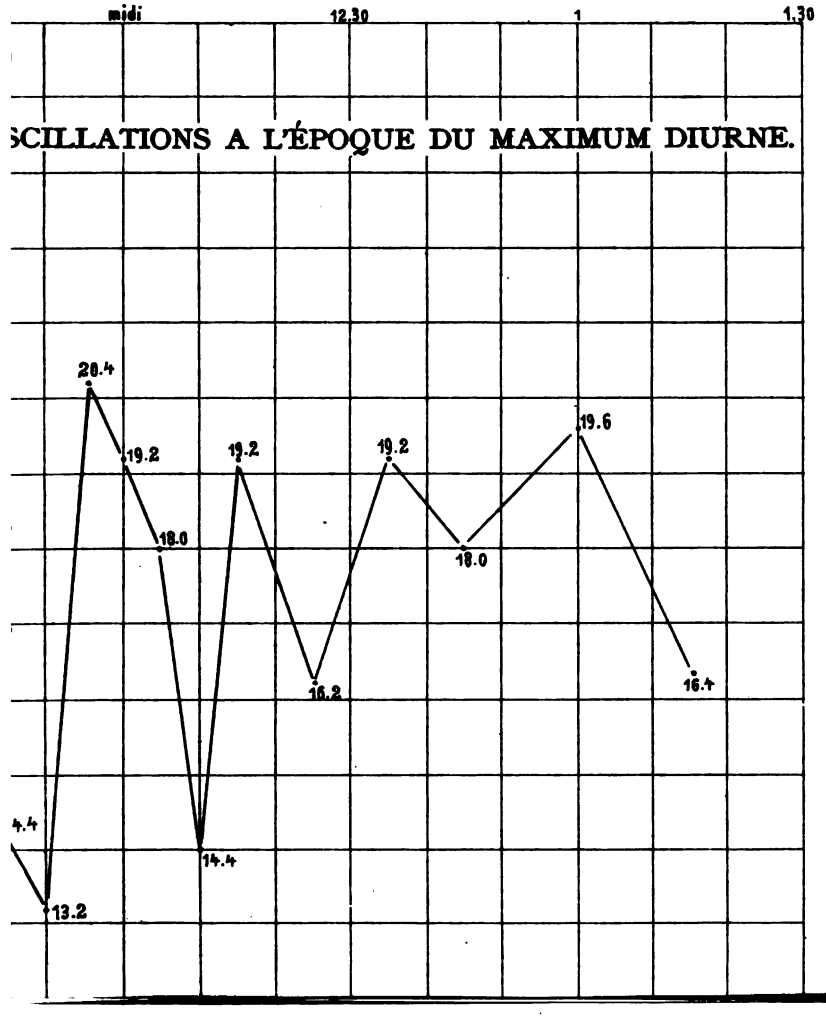
Courbe 4.




Digitized by Google

Digitized by Google

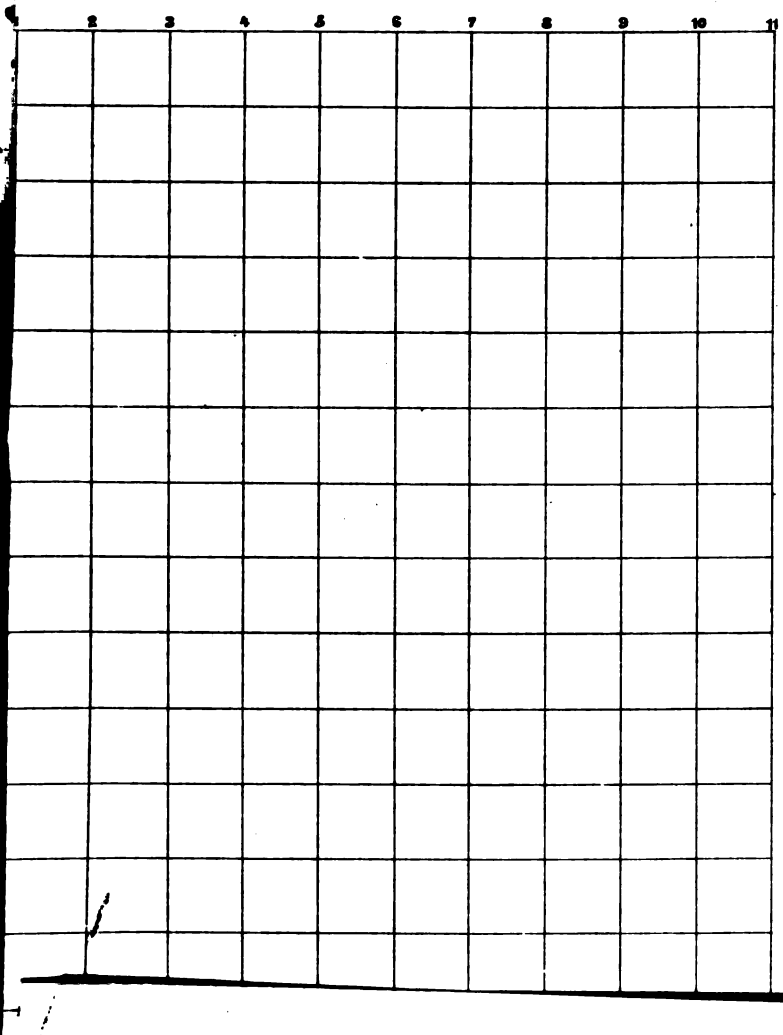
Courbe 6.




Digitized by Google

Digitized by Google

Courbe 7.




Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

# BULLETIN

DU

# LABORATOIRE

DE

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

DE

# L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

RÉDIGÉ SOUS LA DIRECTION

DU

**Dr John BRIQUET**
Directeur du Jardin botanique de Genève,
Conservateur de l'Herbier Delessert,
Privat-docent à l'Université.

---

VOLUME III

No 1.

SOMMAIRE :

I. Dissémination des graines par les poissons, par G. Hochreutiner.
II. Recherches anatomiques et biologiques sur le fruit du genre Œnanthe, par John Briquet (avec 11 figures dans le texte).
III. Note sur un nouveau Sphacele des Antilles, par John Briquet.
IV. Note sur un nouveau Clinopode du Valais, par John Briquet.
V. Note préliminaire sur le Pimpinella Bicknellii, par John Briquet.
VI. Note sur les hydathodes foliaires des Scolopia, par John Briquet.
VII. Anatomie comparée de la feuille dans le genre Hermas, par Emile Duboule (avec 7 figures dans le texte et 1 planche).
VIII. Mélanges.

---

**Juin 1899.**

---

GENÈVE
IMPRIMERIE ROMET, 26, BOULEVARD DE PLAINPALAIS
1899

Digitized by Google

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Les pages | 1-30 | sont | extraites | du | *Bulletin de l'Herbier Boissier*, t. VII, n° 6, juin 1899. |
| » | » | 31-32 | » | » | du *Bulletin de l'Herbier Boissier*, t. V, n° 11, novembre 1897. |
| » | » | 33 | » | » | du *Bulletin de l'Herbier Boissier*, t. V, n° 9, septembre 1897. |
| » | » | 34 | » | » | du *Bulletin de l'Herbier Boissier*, t. VI, n° 1, janvier 1898. |
| » | » | 35-36 | » | » | du *Bulletin de l'Herbier Boissier*, t. VI, n° 6, juin 1898. |
| » | » | 37-72 | » | » | des *Archives des sciences physiques et naturelles*, 4me période, t. VII, p. 446-481, mai 1899. |
| » | » | 73-75 | » | » | des *Archives des sciences physiques et naturelles*. 4me période, t. IV, p. 592-595, 1897. |
| » | » | 75-77 | » | » | des *Archives des sciences physiques et naturelles*, 4me période, t. V, p. 94-96, 1898. |
| » | » | 78-80 | » | » | Sont *originales*. |

Digitized by Google

Botany-Gen. Lib.
Schmidt
7-17-42
45833

Extrait du *Bulletin de l'Herbier Boissier.*

BULLETIN

DU

LABORATOIRE DE BOTANIQUE GÉNÉRALE

DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

RÉDIGÉ SOUS LA DIRECTION DE

JOHN BRIQUET

Vol. III, nº 1.

I

# DISSÉMINATION DES GRAINES PAR LES POISSONS

PAR

G. HOCHREUTINER, Dr sc.

Dans une précédente publication [1], nous avions annoncé des expériences sur la germination de plantes aquatiques dont les graines avaient passé par le canal digestif des poissons.

Comme on en était réduit aux hypothèses sur ce sujet et que l'on n'avait encore aucune solution expérimentale, nous avons tenu à étendre nos observations à plusieurs espèces de plantes et de poissons.

Les poissons étaient : la perche (*Perca fluviatilis*), le vengeron (*Leuciscus rutilus*) et le poisson rouge (*Cyprinus auratus*) qui passent tous pour être plus ou moins herbivores et dans l'intestin desquels on trouve très souvent des débris végétaux.

[1] Hochreutiner, Notice sur la répartition des Phanérogames dans le Rhône et dans le port de Genève (*Bulletin de l'Herbier Boissier*, t. V, nº 1, p. 11, 1897.



Digitized by Google

Les plantes étaient : le *Menyanthes trifoliata* L., *Sparganium simplex* Huds., *Gunnera chilensis*, *Nymphea cœrulea*, *Sagittaria sagittæfolia* L., *Alisma plantago* L., *Potamogeton polygonifolius*.

Nous devons les poissons à l'obligeance de M. Yung, professeur de zoologie à l'Université de Genève, et les graines nous ont été fournies par le jardin botanique de Genève dirigé par M. Briquet, de Bruxelles dirigé par M. Crépin, de Paris dirigé par M. Cornu, de Leyden dirigé par M. Suringar.

Nous remercions vivement tous ces savants pour les matériaux qu'ils ont aimablement mis à notre disposition.

Nos expériences ont été faites chaque fois en deux séries. Nous faisions avaler un certain nombre de graines par un poisson et elles séjournaient de un à trois jours dans son estomac; puis elles ressortaient mêlées aux excréments et elles étaient semées dans des flacons remplis d'eau.

En même temps nous semions un même nombre de graines fraîches et nous notions la date de la germination chez ces différents lots.

Ajoutons que les flacons de culture étaient conservés dans la serre chaude du Jardin botanique et qu'ils étaient placés dans les conditions les plus favorables à une germination rapide.

Comme on le pense bien, les poissons n'étaient pas toujours très empressés pour avaler les graines que nous leur présentions, aussi avons-nous dû parfois employer la force. Pour cela nous nous sommes servis du dispositif suivant. Nous avons pris un tube de verre du diamètre des graines sur lesquelles nous voulions expérimenter. Dans ce tube était placée une baguette de verre un peu plus longue que lui et exactement de même diamètre; tous deux étaient flambés à leur extrémité pour ne pas blesser les muqueuses. Les graines en expérience étaient alors placées à l'extrémité du tube, ce dernier introduit au fond de la cavité buccale de l'animal et au moyen de la baguette de verre il était très facile de refouler les graines dans l'œsophage.

Toutefois nous devons remarquer que la gent ichtiologique possède une remarquable facilité pour rejeter les aliments introduits de trop brusque façon dans son tube digestif, et il est bon après chaque gavage de placer le sujet dans un bocal bien propre, où l'on retrouve facilement après quelques heures les graines qui ont été expectorées.

Mais c'est là seulement une mesure de prudence, car ce qui doit être rejeté l'est presque toujours dans l'espace de deux à cinq minutes.

Quant aux graines digérées on les retrouve dans les excréments au

Digitized by Google

bout de deux ou trois jours, si l'on a soin de garder le poisson dans un aquarium à part.

Cette méthode de gavage pourra être critiquée; on pourra objecter qu'il y a là quelque chose d'artificiel pouvant provoquer des phénomènes pathologiques, qu'en outre les graines peuvent être détériorées déjà dans la bouche de l'animal.

A cela nous répondrons trois choses :

1° Le poisson ne se sert jamais de ses dents pour mâcher, il happe sa nourriture, il ne mord que lorsque la proie est trop grosse pour lui.

2° Après chaque expérience nous avons conservé les poissons dans un grand aquarium où ils sont restés vivants et en bonne santé encore pendant un mois et demi ou deux mois.

3° Avec un peu de patience on arrive facilement à faire ingérer volontairement des graines par des poissons. Nous l'avons observé en particulier dans notre première et troisième expérience où des vengerons, avec une bonne volonté louable, ont avalé la plupart des graines que nous leur avions jetées; ces dernières ont germé comme les autres.

Avant d'indiquer nos résultats nous devons faire une remarque. Après avoir commencé au mois de mai, nous n'avons pu faire des observations suivies que jusqu'au 15 juillet. Plus tard, empêchés par la maladie, nous avons dû les interrompre, mais au mois d'août M. Briquet a bien voulu enregistrer quelques résultats, et enfin en septembre nous avons pu voir encore des germinations de *Potamogeton*, car elles sont assez tardives.

Nous donnerons donc les trois séries d'observations, mais en nous réservant sur un point, c'est que nos chiffres n'indiquent pas le temps nécessaire à la germination, les jeunes plantes n'ayant pas toujours été observées à leur sortie de la graine, mais parfois seulement lorsqu'elles avaient acquis un développement assez avancé.

Voici nos résultats :

1° 10 graines de *Menyanthes trifoliata* L. ont passé par le tube digestif d'un vengeron (*Leuciscus rutilus*), elles y ont séjourné un jour.

Au bout de deux mois 3 graines avaient germé.

Au bout de trois mois 5 graines avaient germé.

— 10 graines témoins ont été semées à la même époque et cultivées dans les mêmes conditions.

Au bout de deux mois 3 graines avaient germé.

Au bout de trois mois pas d'indication.

Digitized by Google

2° 6 graines de *Menyanthes trifoliata* L. ont passé par le tube digestif d'une perche (*Perca fluviatilis*), elles y ont séjourné un jour.

Au bout de deux mois 2 graines avaient germé.

— 6 graines témoins.

Au bout de deux mois 3 graines avaient germé.

3° 2 graines de *Menyanthes trifoliata* L. ont été happées puis digérées par un vengeron (*Leuciscus rutilus*), elles y ont séjourné un jour et demi.

Au bout d'un mois et demi aucune n'avait germé.

Au bout de deux mois et demi les 2 graines avaient germé.

— 2 graines témoins.

Au bout d'un mois et demi aucune n'avait germé.

Au bout de deux mois et demi les 2 graines avaient germé.

4° 3 graines de *Menyanthes trifoliata* L. ont passé par le tube digestif d'un cyprin (*Cyprinus auratus*); elles y ont séjourné trois jours.

Au bout d'un mois et demi aucune n'avait germé.

Au bout de deux mois et demi 1 graine avait germé.

— 3 graines témoins.

Au bout d'un mois et demi 1 graine avait germé.

Au bout de deux mois et demi pas d'indications.

5° 10 graines de *Sparganium simplex* Huds. ont passé par le tube digestif d'un vengeron (*Leuciscus rutilus*); elles y ont séjourné un jour.

Au bout de 50 jours aucune n'a germé.

Au bout de deux mois et demi aucune n'a germé.

— 10 graines témoins.

Au bout de 50 jours aucune n'a germé.

Au bout de deux mois et demi, même résultat.

6° Un grand nombre de graines, une cinquantaine environ, de *Gunnera chilensis* ont été digérées par un cyprin (*Cyprinus auratus*). Nous n'en avons plus trouvé que des restes informes dans les excréments. Elles ont dû être toutes détruites, car les débris, conservés pour plus de sûreté, n'ont présenté aucune germination.

7° 20 graines de *Nymphea cœrulea* ont passé par le tube digestif

Digitized by Google

d'une perche (*Perca fluviatilis*), elles y ont séjourné environ un jour et demi.

Au bout de 45 jours 11 graines avaient germé.

— 20 graines témoins.

Au bout de 45 jours 8 graines avaient germé.

8° 6 graines de *Sagittaria sagittæfolia* L. ont passé par le tube digestif d'un vengeron (*Leuciscus rutilus*), elles y ont séjourné deux jours.

Au bout de 8 jours 3 graines avaient germé.

Au bout de 20 jours 4 graines avaient germé.

— 6 graines témoins.

Au bout de 8 jours 2 graines avaient germé.

Au bout de 20 jours 3 graines avaient germé.

9° Une vingtaine de graines d'*Alisma Plantago* L. ont été introduites dans l'œsophage d'un cyprin (*Cyprinus auratus*) et pour une cause ou pour une autre elles ont disparu. Peut-être par inadvertance a-t-on vidé le bocal sans que nous en ayons eu connaissance, le fait est que nous avons retrouvé seulement deux graines dans les excréments et pas trace des autres, quoique l'animal ait été observé pendant plus d'une semaine.

Les deux graines retrouvées ont séjourné 3 jours dans l'estomac du poisson.

Au bout de 52 jours aucune n'avait germé.

— 2 graines témoins.

Au bout de 52 jours aucune n'avait germé.

10° Environ 80 graines d'*Alisma Plantago* L. ont passé par le tube digestif d'une perche (*Perca fluviatilis*); elles y ont séjourné deux jours, après quoi elles sont toutes ressorties dans de longs cordons excrémentiels.

Au bout de 20 jours 20 graines avaient germé.

— ca. 100 graines témoins.

Au bout de 20 jours 28 graines avaient germé.

11° 4 graines de *Potamogeton polygonifolius* ont été avalées par un vengeron (*Leuciscus rutilus*); elles y ont séjourné deux jours.

Au bout de 46 jours aucune n'avait germé.

Digitized by Google

Au bout de deux mois et demi aucune n'avait germé.
— 4 graines témoins.
Aucune germination.

12° 7 graines de *Potamogeton polygonifolius* ont été avalées le 26 mai par un vengeron (*Leuciscus rutilus*). Ce dernier est mort le 28 mai et les graines ont été retrouvées dans son estomac; après quoi elles ont été administrées à un autre vengeron qui est mort également le lendemain 29 mai, mais à l'autopsie, les graines ont été retrouvées près de l'extrémité de l'intestin, elles étaient prêtes à être excrétées. Elles ont donc été semées.

La cause de la mort successive de ces deux vengerons doit être attribuée à l'étouffement, car c'étaient de gros exemplaires, et à part l'aquarium où l'eau était courante, nous ne disposions pas de bocaux assez considérables pour conserver ces animaux intacts d'un jour à l'autre.

Au bout de 45 jours aucune graine n'avait germé.
Au bout de deux mois et demi 2 graines avaient germé.
Au bout de trois mois 3 graines avaient germé.
— 7 graines témoins.
Aucune germination.

13° 5 graines de *Potamogeton polygonifolius* ont passé par le tube digestif d'une perche (*Perca fluviatilis*). Elles y ont séjourné un jour et demi.

Au bout de 45 jours aucune graine n'avait germé.
Au bout de trois mois 2 avaient germé.
— 5 graines témoins.
Au bout de 45 jours aucune n'avait germé.
Au bout de trois mois 1 avait germé.

14° 4 graines de *Potamogeton polygonifolius* ont passé par le tube digestif d'un vengeron (*Leuciscus rutilus*). Elles y ont séjourné deux jours.

Nous n'avons observé aucune germination. Cela est probablement dû au fait que ces graines ont été mal soignées; elles se sont une fois complètement desséchées au cours de l'expérience.

De ces expériences il nous paraît légitime de conclure que les pois-

Digitized by Google

sons peuvent concourir à la dissémination des graines des plantes aquatiques. Lorsqu'elles sont un peu résistantes, elles peuvent traverser facilement leur tube digestif sans être attaquées par les phénomènes de la digestion qui paraît du reste peu active chez cette classe d'animaux. Au reste, des recherches récentes de Frenzel [1], de Ferni [2], de Paul Otte [3] auraient démontré que le protoplasme vivant n'était pas attaqué par les ferments digestifs. Des animaux ou des plantes pourraient continuer à vivre dans du suc pancréatique très actif, alors que des flocons de fibrine ou des tissus morts y sont rapidement attaqués et dissouts. Il semble donc que les graines encore vivantes traversent facilement le tube digestif d'un animal; alors même que leur enveloppe ne suffirait pas à les protéger, le protoplasme lui-même opposerait une résistance à l'action dissolvante du ferment, soit en fabriquant peut-être des antiferments comme le suppose Frenzel, soit parce qu'il constitue une combinaison insoluble dans les liquides digestifs comme le supposent Ferni et Mathes [4].

Il est intéressant enfin de noter que le suc gastrique acide sécrété par l'estomac est beaucoup plus apte à détruire le protoplasme vivant que les ferments digestifs; car le groupe zoologique dont nous nous occupons est justement un de ceux où l'estomac peut manquer (ex. Cyprinoïdes), et où, lorsqu'il existe, il a des fonctions très restreintes. Dans ce cas ce sont donc surtout les ferments qui sont actifs dansla digestion.

En résumé nous pouvons donc dire qu'en général le passage des graines à travers le système digestif des poissons laisse celles-ci indemnes, lorsqu'elles sont tant soit peu protégées contre la destruction mécanique ou chlorhydrique. Néanmoins nous avons pu voir que leur bonne conservation dépend aussi de l'espèce du poisson mis en expérience.

Chez les oiseaux aquatiques l'estomac extraordinairement musculeux broie en général les graines qui y pénètrent, comme l'a montré déjà Caspary [5] pour quelques espèces; aussi faut-il bien plutôt admettre

[1] Frenzel, Die Verdauung lebenden Gewebes (*Arch. für Physiol.* 1891).

[2] Ferni, *Arch. ital. de Biologie*, XXIII, p. 433 et *Centralblatt. für Physiologie*, Januar 1895.

[3] P. Otte, *Arch. de Biologie*, 1896, p. 716, t. XIV.

[4] Mathes, *Untersuchungen über die Pathogenese des Ulcus rot. ventr. u. über den Einfluss von Verdauungsenzymen auf lebendes u. todtes Gewebe*, 1895.

[5] Caspary, *Sitzungsberichte der Königl. physik-ökon. Gesellschaft zu Königsberg*, 1870, p. 9.

Digitized by Google

avec Kerner[1] et Darwin que les graines sont ordinairement disséminées par les oiseaux en adhérant à leurs pattes ou à leur plumage.

En attribuant aux poissons un rôle dans la dissémination nous n'avons guère fait que suivre et contrôler expérimentalement une idée émise déjà par Darwin[2]. Ce dernier dit même avoir observé des poissons d'eau douce absorbant des graines de nénuphar et de potamot, mais il ignore si elles ont gardé leur faculté germinative. Il va même plus loin, et combinant l'action des poissons à celle des oiseaux, il pense que « les hérons et autres oiseaux qui engloutissent constamment du poisson rejettent au loin sous forme d'excréments ou de boulettes les graines contenues dans ces derniers. »

Cette hypothèse paraît assez invraisemblable car les oiseaux carnassiers ont un estomac bien plus faible il est vrai que les granivores, mais la sécrétion chlorhydrique y est très abondante et doit certainement détruire le protoplasme des graines. Quelle que soit la dureté des téguments en effet ils sont toujours perméables à l'eau puisque la germination se produit en milieu humide.

Les granivores, par contre, ont un estomac capable de broyer les substances les plus dures et des graines traverseraient plus facilement le tube digestif d'un mammifère que le leur, témoin le cas des fermiers de Sainte-Hélène[3] qui ont renoncé à fumer leurs champs avec le fumier de Jamestown à cause de la consommation des fruits de l'*Opuntia ficus indica* Mill. dont les graines couvrent alors leurs champs.

[1] Kerner, *Pflanzenleben*, 2, p. 799.
[2] Darwin, *Origine des espèces* (trad. par Moulinié, Paris, 1873), p. 413.
[3] Huth, *Verbreitung der Pflanzen durch Excremente der Tiere*, Berlin, 1889.

Digitized by Google

II

# Recherches anatomiques et biologiques

SUR LE

# FRUIT DU GENRE *ŒNANTHE*

PAR

**John BRIQUET**

---

## § 1. Introduction.

A l'occasion d'une revision du genre *Oenanthe* pour la *Flore des Alpes Maritimes* de M. Emile Burnat, nous avons fait l'anatomie comparée du fruit dans les espèces répandues sur le territoire de cette flore, avec l'espoir d'obtenir des caractères histologique de nature à faciliter la distinction des espèces. Notre attente n'a pas été déçue, et nous avons acquis des données non seulement intéressantes pour la systématique du genre, mais encore et surtout pour la physiologie et l'œcologie de ces Ombellifères. Ce sont ces résultats que nous communiquons ici.

Les renseignements que l'on trouve dans les ouvrages descriptifs sur l'organisation interne du fruit des *Oenanthe* sont à peu près nuls, leurs auteurs ayant travaillé avec une technique et des grossissements tout-à-fait insuffisants. Les données fournies par M. Géneau de Lamarlière dans son livre sur les Ombellifères sont déjà plus précises [1]; elles aussi ne donnent cependant pas une idée exacte des variations intéressantes présentées d'une espèce à l'autre; de plus, l'examen un peu rapide auquel s'est livré l'auteur fait qu'un bon nombre de particularités histologiques lui ont échappé. C'est ainsi que cet anatomiste ne parle ni de la structure

[1] Géneau de Lamarlière, *Recherches morphologiques et physiologiques sur la famille des Ombellifères*. Vol. in-8°. Paris 1893 (pages 83 et 84).

Digitized by Google

de l'endocarpe, ni du singulier tissu de soutien représenté à la face interne de ce derme, et que, dans d'autres espèces, il a confondu le parenchyme aérifère (tissu spongieux de M. Géneau) avec le parenchyme fondamental externe, etc. etc. D'ailleurs, plusieurs espèces paraissent avoir été inexactement déterminées. Ainsi, nous ne pouvons exactement rapporter la figure 35 attribuée à l'*Oe. crocata*, en la supposant fidèle, à aucun fruit d'*Oenanthe* de la flore française.

## § 2. Anatomie.

Apparence extérieure. — L'apparence extérieure des fruits d'*Oenanthe* est bien connue. La forme générale est subglobuleuse, ovoïde ou oblongue. Les deux méricarpes, à carpophore indistinct, sont exactement appliqués l'un contre l'autre par une surface plane et comme tronquée, à côtes arrondies ou obtuses, parfois à peine marquées, au nombre de cinq; les deux côtes commissurales ayant une forme un peu différente de celle des autres à cause de leur contact avec la face commissurale tronquée. Le sommet est couronné de 5 dents calicinales, plus ou moins accrues après l'anthèse. On sait aussi que les auteurs indiquent correctement la présence d'une bandelette dans chaque vallécule et que, dans certaines espèces *(Oe. pimpinelloides, Oe. silaifolia)* les côtes du fruit sont épaissies à la base pour former une sorte d'anneau calleux qui sépare là le fruit du pédicelle. L'albumen est plus ou moins plan à la face commissurale et ne présente aucun caractère particulier. Notre étude roulera donc essentiellement sur le péricarpe et comprendra les matières suivantes : la forme de la section du méricarpe, l'épicarpe, le parenchyme mésocarpique externe, le parenchyme aérifère, le stéréome, les faisceaux, le parenchyme mésocarpique interne et les bandelettes, l'endocarpe et son tissu de soutien.

La flore des Alpes Maritimes comprend toutes les espèces de la flore française soit les *Oenanthe crocata* L., *Oe. pimpinelloides* L., *Oe. Lachenalii* Gmel., *Oe. silaifolia* Marsch. Bieb., *Oe. peucedanifolia* Poll., *Oe. fistulosa* L., *Oe. globulosa* L., *Oe. Phellandrium* L., en tout 8 espèces; l'*Oe. Foucaudi* Tess., cité en passant par M. Géneau, est une simple forme stationnelle d'une espèce vulgaire, ainsi que nous le montrerons dans la flore des Alpes-Maritimes.

Forme des méricarpes en section transversale. — Chez quelques espèces (*Oe. globulosa* [fig. 1], *Oe. pimpinelloides* [fig. 10]), les côtes sont à peine

Digitized by Google

saillantes extérieurement, ou même nulles à la maturité. Dans la plupart des autres espèces elles forment des hemistèles saillantes, séparées par des sillons étroits. Cette disposition est relativement peu marquée chez l'*Oe. crocata,* où les bords extérieurs du fruit paraissent être simplement ondulés. Chez l'*Oe. silaifolia* [fig. 6] les 5 côtes sont hémisphériques, les latérales étant moins fortes que la dorsale et les commissurales. Ailleurs les 3 côtes dorsale et latérales sont hémisphériques et sensiblement plus petites que les commissurales dont la section est conique (*Oe. Lachenalii* [fig. 9], *Oe. peucedanifolia*, *Oe. Phellandrium* [fig. 7]). L'*Oe. fistulosa* [fig. 4] se distingue un peu des espèces précédentes en ce que,

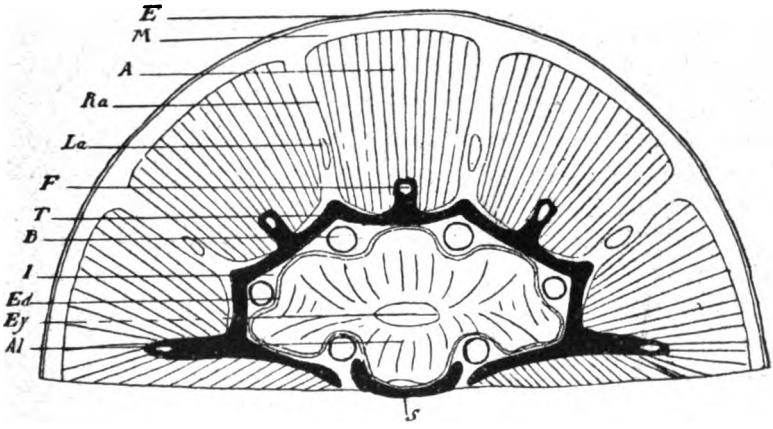



*Fig. 1.* — Section transversale d'ensemble d'un méricarpe chez l'*Oe. globulosa*. *E*, épicarpe; *M*, parenchyme mésocarpique externe; *Ra*, rayons de parenchyme séparant les massifs de tissu aérifère; *La*, lacune profonde des rayons; *A*, massifs de tissu aérifère; *F*, faisceaux libéro-ligneux; *T*, travées de stéréome; *B*, bandelettes; *I*, parenchyme mésocarpique interne; *Ed*, endocarpe avec son revêtement de soutien; *Al*, albumen; *S*, arc stéréique commissural. — Fortement grossi.

entre les côtes primaires, il se développe dans les vallécules des côtes secondaires, ce qui élève à 9 le nombre des saillies périphériques du fruit. Nous verrons plus loin à quelles particularités internes ce phénomène est dû.

Epicarpe. — Dans la plupart des *Oenanthe*, l'épicarpe est formé par une assise de petites cellules ± étirées tangentiellement, recouvertes d'une fine cuticule, à parois externes médiocres, à parois radiales et interne minces, toutes cellulosiques (*Oe. fistulosa*, *Oe. silaifolia* [fig. 3],

Digitized by Google

*Oe. peucedanifolia, Oe. Phellandrium*). Dans quelques formes, la cuticule est nettement plissée (p. ex. *Oe. fistulosa*). Quelques espèces se distinguent par un épicarpe à caractères collenchymateux, les parois internes et surtout externes sont fortement épaissies et constituées par une cellulose dense, absorbant avec peine les colorants et à reflets nacrés (*Oe. globulosa, Oe. pimpinelloides* et surtout *Oe. crocata*).

Les stomates sont rares dans l'épicarpe. Nous les avons cependant régulièrement observés chez les *Oe. crocata, silaifolia* et *Lachenalii* [fig. 5].

Tissu aérifère. — Ce tissu remarquable a déjà depuis longtemps attiré l'attention des morphologistes à cause de l'apparence particulière que sa présence donne au fruit. Grenier et Godron attribuent par exemple à l'*Oe. fistulosa* un « péricarpe charnu » et à l'*Oe. globulosa* un « péricarpe épais et spongieux. » M. Géneau de Lamarlière a signalé sa présence sous le nom de « tissu spongieux, » mais sa description en est à la fois trop brève et trop incomplète. Ce sont, dit-il, des « cellules polyédriques à angles arrondis; les parois restent toujours minces, bien que parfois elles se lignifient; elles sont alors ponctuées ou rayées. »

Le parenchyme aérifère est formé d'éléments parenchymateux polyédriques. Les parois restent parfois assez minces même à la maturité (*Oe. globulosa*), mais le plus souvent elles s'épaississent légèrement en prenant une rigidité assez grande, et cela au point que l'on peut, à des grossissements moyens, distinguer dans l'épaisseur de la paroi une stratification double ou triple (*Oe. silaifolia* [fig. 2]). Dans tous les cas,

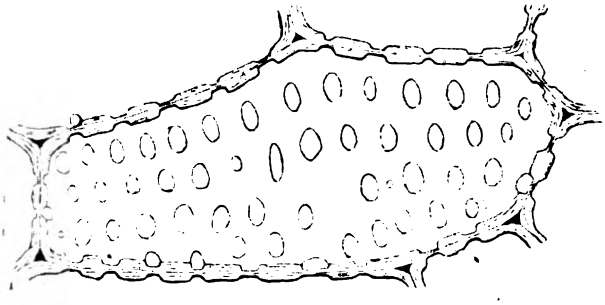


*Fig. 2.* — Section transversale d'une cellule du tissu aérifère pris à un méricarpe avancé de l'*Oe. silaifolia*. — Grossissement $\frac{700}{1}$.

les parois sont criblées de ponctuations. Celles-ci sont plus difficiles à observer lorsque les parois restent très minces, mais elles existent tou-

Digitized by Google

jours. Les ponctuations sont tantôt arrondies, tantôt étirées jusqu'à devenir elliptiques ou linéaires-elliptiques; le sens de l'étirement étant le plus souvent perpendiculaire au grand diamètre de la cellule. Les angles des cellules sont finement arrondis intérieurement et le plus souvent aussi extérieurement, de façon que les arêtes de contact des divers éléments laissent entre elles de très petits méats aérifères. De bonne heure, l'utricule protoplasmique meurt, de sorte que les éléments sont toujours pleins d'air à la maturité. Cette particularité nous fait préférer le terme de « tissu aérifère » à celui de « tissu spongieux » qui ne donne pas une idée exacte de la constitution de ce tissu.

Le tissu aérifère forme toujours des paquets, d'ailleurs diversément distribués, ainsi qu'on le verra plus loin, dans lesquels les éléments ont une tendance à s'étirer radialement. Dans plusieurs espèces (*Oe. silaifolia* [fig. 3]), (*Oe. Lachenalii, Oe. peucedanifolia, Oe. pimpinelloides, Oe.*

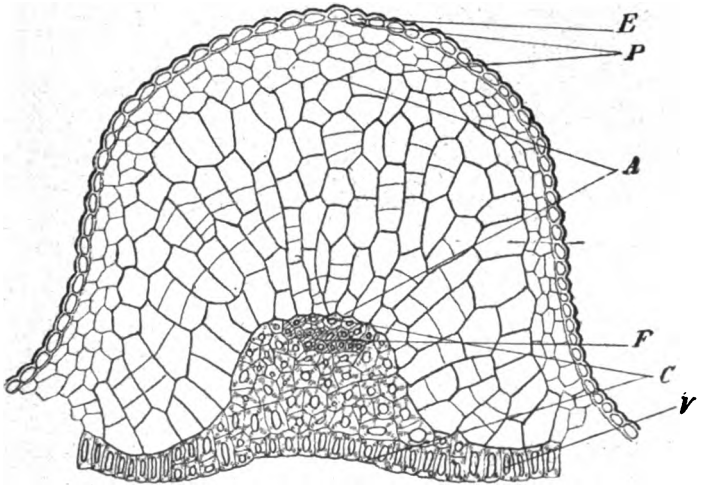



*Fig. 3.* — Section transversale de la côte dorsale dans le méricarpe de l'*Oe. silaifolia*. *E*, épicarpe; *P*, parenchyme mésocarpique externe; *A*, tissu aérifère; *F*, faisceau libéro-ligneux; *C*, stéréome; en *V*, brachystéréides étirées radialement. Grossissement $\frac{132}{1}$.

*Phellandrium*, etc.), cet étirement radial est suivi d'un cloisonnement tangentiel plus ou moins régulier, surtout dans les éléments les plus internes des paquets, ce qui donne au tissu l'apparence caractéristique d'un périderme. Cependant si le mode de division des éléments et la prompte disparition de l'utricule protoplasmique rapprochent ce tissu du liège, il

Digitized by Google

s'en écarte par la composition de ses parois. Celles-ci ne présentent pas de coloration caractéristique avec l'alkannine, ni avec la chlorophylle (réactif de Correns). Elles n'offrent que dans leur première jeunesse les réactions de la cellulose pure, mais bientôt elles se colorent en jaune plus ou moins intense en absorbant la chrysoïdine et elles deviennent parfois faiblement violettes avec le réactif de Wiesner (phloroglucine + HCl) : elles sont donc lignifiées dans une mesure qui varie avec les espèces et avec l'âge du tissu.

La distribution topographique du tissu aérifère varie beaucoup suivant les espèces considérées. — Dans l'*Oe. globulosa* [fig. 1], où ce tissu est le

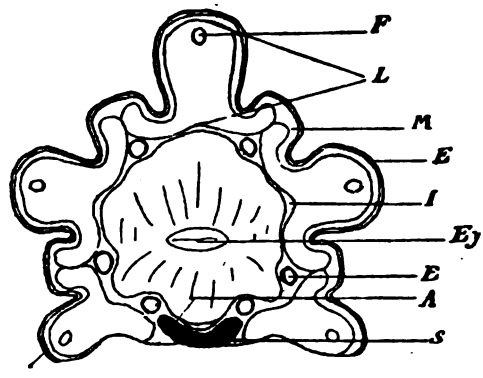



*Fig. 4.* — Section transversale d'ensemble d'un méricarpe chez l'*Oe. fistulosa*. *E*, épicarpe; *M*, parenchyme mésocarpique externe; *L*, massifs de stéréome et de tissu aquifère en forme de lyres; *F*, faisceaux libéro-ligneux; *B*, bandelettes; *I*, parenchyme mésocarpique interne et endocarpe; *Ey*, embryon; *A*, albumen; *S*, arc de stéréome commissural. — Fortement grossi.

plus développé, il forme une épaisse couche qui forme la majeure partie du fort mésocarpe, couche qui est divisée en cinq secteurs par d'étroites bandes de parenchyme vivant, dont il sera question plus loin et qu'il faut se garder de confondre avec le tissu aérifère. — D'autres espèces possèdent cinq paquets de tissu aérifere situés dans les côtes, ces paquets sont arrondis extérieurement comme les côtes elles-mêmes; les paquets correspondant aux côtes commissurales sont plus volumineux que les autres (*Oe. silaifolia* [fig. 6], *Oe. peucedanifolia*, *Oe. Phellandrium* [fig. 7]). — Chez l'*Oe. Lachenalii* [fig. 9], il existe deux énormes massifs commissuraux, tandis que les massifs correspondant aux côtes latérales et dorsale sont réduits à de simples arcs. Cette disposition nous amène à l'or-

Digitized by Google

ganisation des *Oe. pimpinelloides* [fig. 10] et *Oe. crocata*, dans lesquels il n'y a plus que deux gros massifs dans les côtes commissurales, tandis que les autres en sont dépourvues. — Deux espèces méritent une mention à part, en ce que, chez elles, le tissu aérifère passe graduellement au stéréome plus intérieur, alors que partout ailleurs le stéréome et le tissu aérifère sont nettement tranchés : ce sont les *Oe. fistulosa* et *Oe. Phellandrium*. Chez l'*Oe. Phellandrium* le passage est encore assez brusque, mais il n'en est pas de même chez l'*Oe. fistulosa* [fig. 4]. Ici, le tissu aérifère forme cinq volumineux paquets en forme de lyre, dans lesquels le bord interne est occupé par des brachystéréides typiques, tandis que les bords externes renferment des cellules aérifères non moins typiques. Les bras des lyres sont relevés extérieurement et soulèvent l'épicarpe dans les vallécules; c'est là la raison de la production de petites côtes secondaires plus faibles dont nous avons plus haut signalé la présence dans les vallécules (voy. p. 11). Les lyres sont séparées par d'étroits rayons parenchymateux qui sont rarement entièrement oblitérés à la maturité.

Parenchyme mésocarpique externe. — Entre l'épicarpe et le tissu aérifère, le mésocarpe renferme un parenchyme à petits éléments, à parois très minces, cellulosiques, dépourvues de ponctuations. Ces éléments conservent leur utricule protoplasmique pendant toute la vie du fruit. Dans la jeunesse, ils contiennent des chloroplastes et fonctionnent comme tissu assimilateur; ces chloroplastes disparaissent d'assez bonne heure, sauf peut-être chez les *Oe. crocata, Lachenalii* et *silaifolia* où nous les avons souvent observé à la maturité en bon état, en apparence du moins; dans les autres espèces leur présence à la maturité est beaucoup moins constante.

La distribution de ce parenchyme dépend naturellement de celle du tissu aérifère. Dans l'*Oe. globulosa*, il forme une mince couche située dans l'épicarpe et pénètre sous la forme de bandes étroites dans le tissu aérifère qu'il sépare en secteurs. A la maturité, ces rayons de parenchyme contiennent une assez grande lacune aérifère de section elliptique à grand axe radial [fig. 1]. Chez la plupart des autres espèces, le parenchyme occupe le fond des sillons valléculaires, séparant les massifs de tissu aérifère (*Oe. fistulosa, Oe. silaifolia, Oe. peucedanifolia, Oe. crocata, Oe. Phellandrium*). — Les différenciations dans ce tissu sont peu marquées; nous en avons cependant remarqué deux. Dans l'*Oe. Lachenalii* [fig. 5] le parenchyme est différencié en deux zones; l'une de ces zones



Digitized by Google

est hypodermique et possède des éléments fort petits et restant longtemps chlorophyllifères : l'autre, interne, a des éléments étirés radialement, parfois presque palissadiques, incolores; cette zone est surtout caractérisée dans les vallécules. — Chez l'*Oe. pimpinelloides*, les éléments

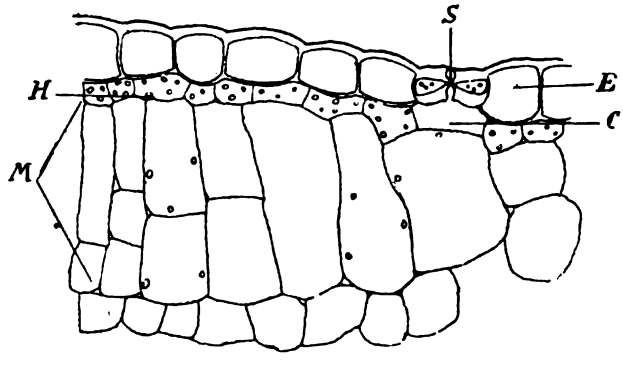



*Fig. 5.* — Section transversale de la région externe du péricarpe chez l'*Oe. Lachenalii*. *S*, stomate; *C*, chambre respiratoire; *E*, épicarpe; *H*, parenchyme microcytique; *M*, parenchyme macrocytique. — Grossissement $\frac{396}{1}$

hypodermiques prennent sur les flancs du mésocarpe des allures nettement collenchymateuses et renforcent l'épicarpe qui, dans cette espèce, est collenchymateux ainsi qu'on l'a vu plus haut (p. 12).

Stéréome. — Tous les *Oenanthe* renferment des éléments stéréiques dans leur mésocarpe. Ces éléments sont situés entre le tissu aérifère et le parenchyme mésocarpique externe d'une part, le parenchyme interne d'autre part. Les cellules ont habituellement des contours arrondis ou polygonaux en face des côtes, tandis que dans les vallécules les éléments ont une tendance fréquente à s'allonger suivant le rayon [fig. 3 *V*], disposition qui est particulièrement marquée dans l'*Oe. crocata*. Les cellules sont régulièrement beaucoup plus hautes que larges, terminées en pointe aux deux extrémités; ce sont donc des stéréides proprement dites et non pas de simples scléréides comme on pourrait le croire d'après les termes employés par M. Géneau. Les éléments subisodiamétriques en section transversale sont les plus allongés en hauteur. Les cellules étirées radialement sont sensiblement plus courtes et constitueraient, comparées aux brachyscléréides de M. Tschirch des *brachystéréides* [1]. Les parois sont

[1] Tschirch, *Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen* (*Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.* vol. XVI, p. 312.

Digitized by Google

fortement épaissies, parfois jusqu'à presque extinction du lumen, fortement lignifiées, et parcourues par de nombreuses ponctuations obliques ou contournées.

La disposition topographique du stéréome offre de nombreuses particularités intéressantes. Chez l'*Oe. globulosa* (fig. 1), il existe autant d'arcs de stéréome qu'il y a de côtes. Ces arcs sont épais de 2-5 assises, à concavité tournée vers les secteurs de tissu aérifère, et portent dans la concavité une saillie externe. Les arcs affectent donc en section transversale la forme d'un T et sont confluents les uns avec les autres par leurs extrémités. Seul l'arc qui recouvre extérieurement le raphé est isolé à droite et à gauche par des bandes de parenchyme, particularité qui est réalisée dans toutes les espèces sans exception; à l'inverse des autres arcs, celui-ci tourne sa concavité vers l'intérieur du méricarpe et non vers l'extérieur. — Chez l'*Oe. fistulosa* (fig. 4), les arcs sont disposés comme dans l'espèce précédente mais ils passent extérieurement au tissu aérifère, ainsi que nous l'avons dit plus haut (p. 11). — L'*Oe. silaifolia* (fig. 3 et 6) présente à la maturité une bande de stéréome continue qui

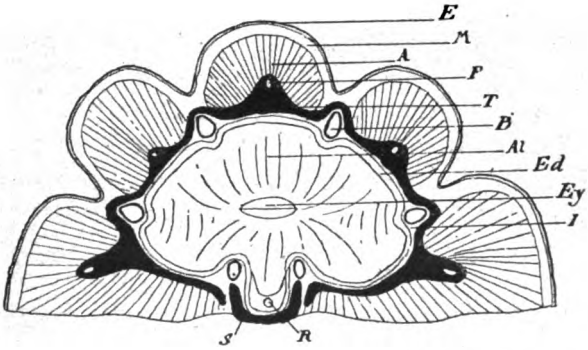



*Fig. 6.* — Section transversale d'ensemble d'un méricarpe chez l'*Oe. silaifolia*, *E*, épicarpe; *M*, parenchyme mésocarpique externe; *A*, tissu aérifère; *F*, faisceau libéro-ligneux; *T*, stéréome; *B*, bandelettes; *I*, parenchyme mésocarpique interne; *Ed*, endocarpe et revêtement de soutien; *Ey*, embryon; *Al*, albumen; *R*, raphé; *S*, arc de stéréome commissural. — Fortement grossi.

fait tout le tour du méricarpe, interrompu seulement à l'arc raphéal; aux points où se trouvent les bandelettes, la bande est convexe en dehors, concave en dedans; elle est en outre pourvue de protubérances extérieures dans les côtes. — Chez l'*Oe. pimpinelloides* (fig. 10), la bande interrompue pendant longtemps finit cependant par souder ses arcs les uns



Digitized by Google

avec les autres pour former une zone renflée sous les côtes et présentant deux extrémités recourbées dans les côtes commissurales à la façon d'une branche de lyre. Cette organisation se retrouve dans l'*Oe. crocata,* moins la courbure des extrémités de la bande stéréique [1]. — L'*Oe. Lachenalii* possède de petits arcs qui restent distincts à la maturité (fig. 9), organisés d'ailleurs comme ceux de l'*Oe. globulosa;* parfois il existe des petits îlots de stéréome isolés entre les arcs. Dans l'*Oe. peucedanifolia,* le stéréome forme des séries de petites plages situées sous les côtes et dans les vallécules; ces petites plages sont plus épaisses dans leur milieu, atténuées aux extrémités, en section transversale, et habituellement séparées les unes des autres par une seule cellule de parenchyme (rarement plus). — Enfin, l'*Oe. Phellandrium* (fig. 7) possède un stéréome en plaques minces séparées par les bandelettes. Nous avons vu ci-dessus (p. 15) que ces plaques passaient assez rapidement au tissu aérifère; le stéréome raphéal offre également l'apparence d'une plaque et non pas d'un arc comme dans les autres espèces.

Faisceaux libéro-ligneux. — Il y a peu de chose à dire sur les faisceaux dont les éléments sont peu nombreux et malaisés à reconnaître à la maturité du fruit, au moins sur des coupes transversales. Ils présentent des trachées et quelques vaisseaux ponctués, accompagnés extérieurement d'un ou deux tubes criblés qui s'oblitèrent très vite. Leur section transversale est elliptique, à grand diamètre orienté suivant le rayon (*Oe. fistulosa*) ou, plus souvent, irrégulièrement arrondie. Les faisceaux sont toujours logés au sommet des saillies médianes des arcs stéréiques et plus ou moins noyés dans les éléments scléreux.

Parenchyme mésocarpique interne et bandelettes. — Les *Oenanthe* présentent toujours sous la zone stéréique une mince bande de parenchyme mésocarpique, à petits éléments, à parois minces et cellulosiques. Cette bande est étroite sous les côtes; le plus souvent, elle n'y est épaisse que d'une seule assise de cellules, souvent écrasées, parfois même elle sclérifie ses éléments et s'adjoint ainsi aux brachystéréides intercostales (*Oe. Phellandrium*). Dans les sinus qui marquent la limite des arcs sté-

[1] Dans la figure 35 du livre de M. Géneau, attribuée à l'*Oe. crocata,* la plaque commissurale est représentée comme divisée en deux îlots, ce que nous n'avons constaté chez aucun *Oenanthe* à la maturité.

Digitized by Google

réiques, cette zone s'élargit, ses éléments sont souvent plus gros, et c'est en ces points que naissent les bandelettes.

Les bandelettes sont au nombre de 6 dans les méricarpes de tous les *Oenanthe,* dont 4 dans les vallécules extérieures et 2 sur la face commissurale. Rarement on voit l'une ou l'autre des bandelettes commissurales dédoublée *(Oe. pimpinelloides).* En dehors de ce chiffre normal, on peut rencontrer accidentellement des bandelettes surnuméraires dans certaines espèces (p. ex. *Oe. crocata*), sous les côtes commissurales par exemple; mais ce sont plutôt des poches que des canaux, car on les voit irrégulièrement paraître et disparaître sur des coupes transversales faites en

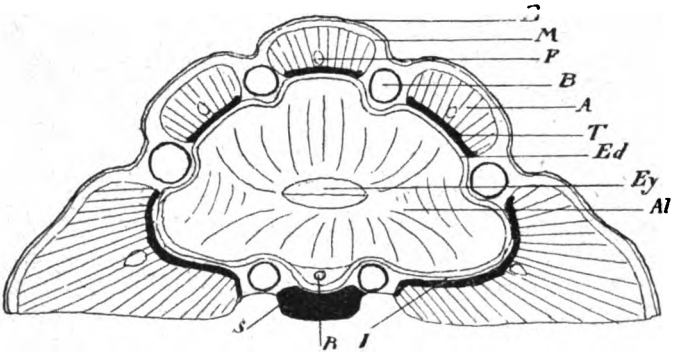



*Fig. 7.* — Section transversale d'ensemble d'un méricarpe chez l'*Oe. Phellandrium.* *E,* épicarpe; *M,* parenchyme mésocarpique externe; *A,* parenchyme aérifère; *F,* faisceau libéro-ligneux; *T,* stéréome; *B,* bandelettes; *Ed,* endocarpe et tissu de soutien; *I,* parenchyme mésocarpique interne; *Ey,* embryon; *Al,* albumen; *R,* raphé; *S,* plaque stéréique commissurale. — Fortement grossi.

série. Au contraire les 6 bandelettes normales parcourent le méricarpe sur toute sa longueur. C'est plutôt aussi dans la catégorie des poches qu'il faut ranger les organes sécréteurs que l'on constate accidentellement à la périphérie des massifs aérifères chez l'*Oe. fistulosa.*

La forme de section des bandelettes est elliptique, à grand axe tangentiel, ou circulaire. Quand les bandelettes font saillie en dedans, elles donnent à l'endocarpe une apparence ondulée caractéristique (*Oe. globulos, Oe. silaifolia, Oe. Lachenalii, Oe. Phellandrium* etc.). L'*Oe. Phellandrium* s'écarte de toutes ses congénères en présentant des bandelettes volumineuses insérées *entre* les plaques de stéréomé (fig. 7).

L'épithèle consiste en cellules étirées tangentiellement, à hauteur ne dépassant pas le diamètre radial, petites, à parois très minces.

Digitized by Google

Tissu de soutien de l'endocarpe. — Chez les *Oenanthe*, le parenchyme dans lequel les bandelettes sont plongées ne s'appuie pas directement contre l'endocarpe, il en est séparé par un tissu de soutien assez singulier (fig. 8) [1]. C'est un revêtement de brachystéréides, orientées tangentiellement, c'est-à-dire dans une direction perpendiculaire à celles des stéréides normales de la zone extérieure. La zone est épaisse de 1-3(-4) éléments. Ceux-ci sont atténués aux extrémités, à parois très épaisses, lignifiées et pourvues de ponctuations obliques. La zone de revêtement fait tout le tour de l'endocarpe en conservant à peu près partout une épaisseur égale.

Endocarpe. — Dans la plupart des *Oenanthe*, l'endocarpe est constitué par une rangée de cellules parallélipipédiques, étirées tangentiellement (fig. 8), à parois internes et externes épaisses, à parois radiales minces. A la maturité, ces parois sont habituellement un peu subérisées. Seul, l'*Oe. crocata* nous a présenté un endocarpe à parois collenchymateuses.

## § 3. Biologie.

Les recherches qui viennent d'être exposées ont quelques conséquences importantes pour la physiologie et l'œcologie des *Oenanthe*. Une de ces conséquences est relative à une adaptation très remarquable à la vie aquatique et, à notre connaissance du moins, nouvelle pour la famille des Ombellifères, tandis qu'une autre constitue une augmentation intéressante de nos connaissances du squelette des fruits. On peut résumer les faits œcologiques comme suit :

Photosynthèse [2] et conduite des matériaux nutritifs. — Nous mentionnons ici, en passant, un fait de corrélation que nous avons observé chez beaucoup d'autres fruits d'Ombellifères. Il n'y a pour ainsi dire pas de chlorenchyme dans le péricarpe des *Oenanthe*, et partant une photosynthèse presque nulle. En effet, on ne trouve de chloroplastes actifs que

[1] Ce tissu est assez répandu chez les Ombellifères; nos prédécesseurs n'en font pas mention.

[2] C'est avec raison que les meilleurs auteurs demandent la suppression du mot « assimilation » pour l'activité spécifiquement chlorophyllienne. Nous nous servons donc de la nomenclature recommandée par M. Barnes. Voy. Barnes, *So-called « Assimilation »* (*Bot. Centralbl.* LXXVI, p. 257, ann. 1898).

Digitized by Google

dans le parenchyme mésocarpique externe et cela seulement pendant la jeunesse; l'*Oe. crocata* présente seul une mince bande chlorenchymateuse pendant plus longtemps.

Il en résulte que les faisceaux libéro-ligneux fonctionnent surtout comme conduits *afférents* et guère comme conduits *déférents*. Aussi, avant-même que les tissus du péricarpe soient définitivement constitués, les éléments vivants des faisceaux commencent-ils à sclérifier leurs membranes, pour se mettre entièrement ou presque entièrement au ser-

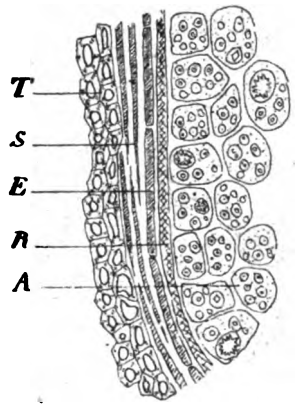



*Fig. 8.* — Section transversale du fruit prise à la limite du péricarpe et de l'albumen chez l'*Oe. Phellandrium*. *T*, brachystéréides verticales; *S*, brachystéréides horizontales; *E*, endocarpe; *R*, restes désorganisés du tégument séminal; *A*, albumen. — Grossissement $\frac{324}{1}$.

vice des fonctions squelettaires. A la maturité, ils sont totalement enveloppés de tissus scléreux et ne peuvent communiquer avec l'extérieur que par les ponctuations d'une série de parois fortement épaissies.

Rôle œcologique des fonctions de sécrétion. — Nous avons eu l'occasion depuis trois ans d'étudier au laboratoire de Botanique générale un nombre considérable de fruits d'Ombellifères préparés par nos élèves ou par nous-même, sans que nous soyons arrivé à une théorie générale précise ou d'un caractère bien convaincant relativement au rôle des organes de sécrétion chez les Ombellifères.

On sait que deux explications assez différentes ont été proposées.

M. Haberlandt est frappé du fait de la concordance qui existe entre la

Digitized by Google

situation topographique du système libéro-ligneux et celle du système sécréteur, les canaux sécréteurs étant le plus souvent placés au voisinage immédiat des faisceaux, et plus particulièrement, de leur partie libérienne. Cette concordance est pour lui l'indice de véritables rapports physiologiques. Il admet alors que les canaux servent de réservoirs pour toutes les substances inutiles qui se forment comme produits accessoires dans les organes où la végétation est intense et où les processus métaboliques sont les plus actifs. Ces produits accessoires inutiles seraient charriés par la partie libérienne des faisceaux et transversés dans les canaux sécréteurs voisins. Les tissus traversés par les substances rejetées joueraient un rôle analogue à celui des reins chez les animaux supérieurs [1].

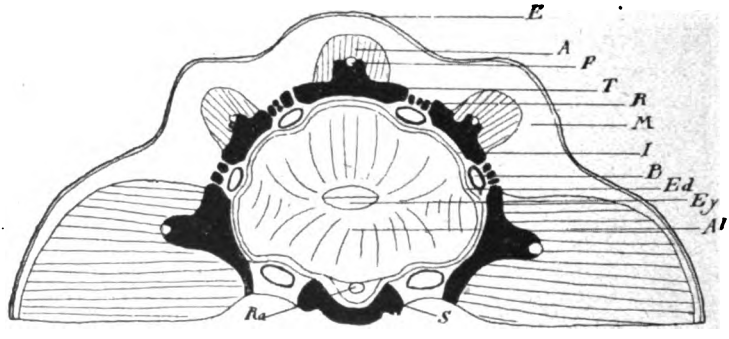



*Fig. 9.* — Section transversale d'ensemble d'un méricarpe de l'*Oe. Lachenalii*. *E*, épicarpe; *M*, parenchyme mésocarpique externe; *A*, tissu aérifère; *F*, faisceaux libéro-ligneux; *T*, arcs de stéréome; *R*, colonnettes de stéréome; *I*, parenchyme mésocarpique interne; *B*, bandelettes; *Ed*, endocarpe et tissu de soutien; *Ey*, embryon; *Al*, albumen; *Ra*, raphé; *S*, plaque de stéréome commissural. — Fortement grossi.

Pour M. Stahl, l'explication à donner serait purement œcologique ou utilitaire. Ce botaniste a en effet observé que seuls les oiseaux insectivores visitent les ombelles mûres des Ombellifères (*Heracleum, Pastinaca,* etc.), tandis que les granivores en liberté les évitent, et refusent de les toucher lorsqu'ils sont en captivité. L'auteur a tué en quelques heures des moineaux en leur ingurgitant des fruits d'*Archangelica officinalis*, *Carum Carvi* et *Fœniculum officinale*. Pour M. Stahl, les produits de sécrétion ont leur raison d'être comme protectifs contre le pillage des ombelles par les oiseaux granivores [2].

[1] Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie*, éd. 2, p. 412 et 413.
[2] Stahl, *Pflanzen und Schnecken*. Jena 1888, p. 103.

Digitized by Google

Il nous semble qu'il n'est guère possible de donner une explication unique qui serait valable pour tous les cas quels qu'ils soient, mais que chaque cas particulier exige une étude spéciale.

D'une façon générale, il n'y aurait pas nécessairement opposition entre les deux explications rapportées ci-dessus : la première rendrait compte des causes physiologiques immédiates de la secrétion, la seconde donnerait en plus au phénomène une signification « finale », c'est-à-dire œcologique. Nous devons avouer cependant que, dans le cas particulier, la proposition de M. Stahl nous paraît plus vraisemblable, et de beaucoup, que l'explication physiologique du savant botaniste de Graz. En effet, les faisceaux des méricarpes des *Oenanthe*, placés dans les côtes, ne sont pas accompagnés de canaux sécréteurs; les bandelettes, situées dans les vallécules, sont non seulement séparées topographiquement des faisceaux mais sont encore souvent isolées de la partie extérieure du mésocarpe par un manteau de stéréome. Il est vrai que, dans les tiges et les feuilles, le liber des faisceaux est moins éloigné des canaux sécréteurs [1], mais ceux-ci n'ont pas de rapports réels (rapports anastomotiques) avec les bandelettes des vallécules. Il y a là deux systèmes anatomiques distincts, et on aurait fourni une explication pour les causes immédiates de la secrétion pour le premier système, que cette explication resterait encore à trouver pour le second. Et cela d'autant plus que, ainsi qu'on l'a vu plus haut, les faisceaux du péricarpe des *Oenanthe* ne fonctionnent guère que comme conduits afférents et passent rapidement par sélérification au service du système squelettaire.

Il n'en est pas de même de l'utilité probable des produits secrétés comme moyens de protection soit contre les oiseaux, soit aussi peut-être contre les animaux aquatiques après la chute des fruits. Cette protection est ici d'autant plus à sa place que le nombre des pédicelles ne correspond pas du tout au nombre des fruits, car (sauf chez l'*Oe. Phellandrium*) les fleurs de la périphérie de l'ombellule sont stériles.

Or, les produits de sécrétion accumulés dans les bandelettes des fruits d'*Oenanthe* sont très vénéneux pour l'homme et divers animaux. Les *Oe. crocata*, *Oe. Phellandrium*, *Oe. silaifolia*, *Oe. peucedanifolia*, *Oe. Lachenalii*, souvent désignés vulgairement sous le nom de *ciguë d'eau* ou *ciguë aquatique*, exercent sur l'homme une action néfaste, et très violente quand la quantité absorbée est suffisante. On sait que, dans beaucoup de

[1] Ces canaux sont là vraisemblablement d'origine péricyclique. Voy. la figure 27 donnée (l. c.) par M. Géneau de Lamarlière pour l'*Oenanthe fistulosa*.

Digitized by Google

contrées, on se sert des fruits de l'*Oe. fistulosa* pour empoisonner les souris, les rats, les taupes et autres animaux nuisibles des campagnes. D'autre part, nous n'avons jamais vu d'oiseaux granivores becqueter des ombelles d'*Oenanthe*.

On signale, il est vrai, comme n'étant pas nuisible à l'homme, le suc de l'*Oe. pimpinelloides*, dont les rhizomes seraient même mangés comme légume dans certaines contrées. Mais cette exception n'autorise pas à attribuer à tous les animaux une immunité à l'égard de cette plante. On connaît, en effet, la grande différence qui existe au point de vue des tannins pris à faible dose entre les rongeurs ou les ruminants et les limaces, Ou, pour prendre un exemple plus rapproché parmi les Ombellifères, on sait que les fruits du cumin des prés *(Carum Carvi)* sont impunément absorbés par l'homme comme condiment, tandis que cinq fruits mûrs suffisent à tuer un moineau.

Nous serions donc disposé, après avoir mûrement pesé tous ces faits, à considérer le système secréteur des fruits d'*Oenanthe* (ainsi que de beaucoup d'autres Ombellifères) comme un appareil dont la genèse, au point de vue phylogénique, est due à des causes intérieures qu'il est actuellement impossible de préciser, mais dont le rôle œcologique principal réside dans la protection qu'il fournit aux fruits contre les animaux granivores aériens et aquatiques [1].

* * *

Ces lignes étaient depuis longtemps écrites, lorsque nous avons pu expérimenter les propriétés toxiques des fruits d'*Oenanthe* sur les oiseaux, grâce au concours de M. F. Margel, chasseur de Vandœuvres. Une dose de cinq fruits de l'*Oe. peucedanifolia*, par exemple, suffit à tuer un moineau dans l'espace d'une heure et demie. Les premiers symptômes de l'empoisonnement se manifestent immédiatement. L'oiseau — qui en temps de captivité ordinaire témoigne son impatience par des mouvements fréquents et une agitation presque ininterrompue — reste immobile, comme pelotonné sur lui-même et frappé de stupeur dès après l'ingestion des fruits. Ce qui est particulièrement intéressant, c'est que l'*Oe. pimpinelloides*, qui paraît n'être pas vénéneux pour l'homme, empoisonne cependant les oiseaux, ainsi que nous l'avons prévu plus

[1] L'habitat aquatique ou subaquatique des *Oenanthe* nous paraît habituellement exclure les granivores terrestres.

Digitized by Google

haut. Une dose de fruit d'*Oe. pimpinelloides* équivalente à celle mentionnée ci-dessus fut ingérée à midi à un moineau. Les symptômes d'empoisonnement se manifestèrent immédiatement. Vers le soir l'état de l'animal paraissait meilleur, pour s'aggraver pendant la nuit et se terminer par la mort avant le matin suivant. L'action de l'*Oe. pimpinelloides* est ainsi plus lente que celle des autres espèces, mais tout aussi néfaste. On peut donc considérer le rôle de protection des produits de sécrétion dans les fruits d'*Oenanthe* à l'égard des oiseaux granivores comme démontré.

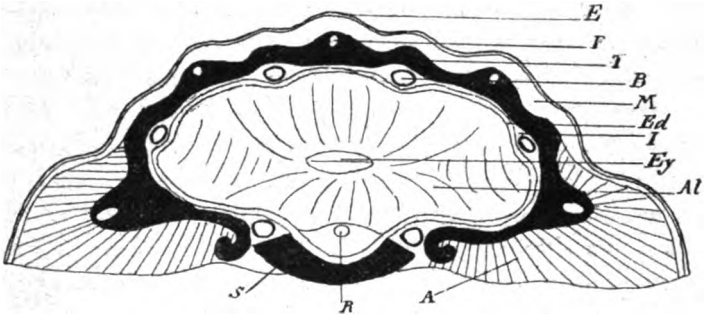



*Fig. 10.* — Section transversale d'ensemble d'un méricarpe de l'*Oe. pimpinelloides*. *E*, épicarpe; *M*, parenchyme mésocarpique externe; *F*, faisceaux libéro-ligneux; *T*, stéréome; *I*, parenchyme mésocarpique interne; *B*, bandelettes; *Ed*, endocarpe et tissu de soutien; *Ey*, embryon; *Al*, albumen; *R*, raphé; *S*, plaque de stéréome commissurale; *A*, tissu aérifère. — Fortement grossi.

Squelette. — L'étude des tissus mécaniques que nous avons faite appelle quelques observations sur le système squelettaire du péricarpe.

M. Haberlandt a montré [1] que dans les méricarpes des Ombelliféres, les éléments de l'albumen étaient alignés en courbes plus ou moins accentuées et disposées en éventail autour de l'embryon pris comme base. Cette disposition n'est pas seulement importante pour la nutrition de l'embryon, mais elle répond, ainsi que le dit justement cet auteur, aux lignes de pression de deux constructions en voûtes correspondant d'un côté aux parois extérieures du méricarpe, de l'autre aux parois commissurales de ce dernier. Lorsque l'eau fait gonfler les fruits, le diamètre augmente surtout dans le sens antéro-postérieur des méricarpes et l'arrangement des cellules en éventail permet à celles-ci de conserver leurs

[1] Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie*, éd. 2, p. 369.

Digitized by Google

positions réciproques pendant le gonflement. La résistance à opposer à la pression de l'albumen est en première ligne fournie par la péricarpe : de là le développement du stéréome en travées qui affectent plus ou moins en section transversale la forme d'un ⊥, tel que nous l'avions étudié. Il va sans dire que les espèces dans lesquelles les arcs de stéréome forment un manteau continu *(Oe. globulosa, Oe. silaifolia, Oe. pimpinelloides, Oe. crocata*, etc.,) doivent être placées en tête au point de vue de la perfection de l'appareil squelettaire.

Mais il y a plus — et c'est là un des points intéressants de l'organisation mécanique des méricarpes — il existe sous l'endocarpe un second système squelettaire continu dont les éléments sont disposés perpendiculairement à ceux du système précédent. Les deux systèmes de fibres finissent toujours par être en contact immédiat l'un avec l'autre, tantôt parce que le parenchyme intercalé se sclérifie (cas fréquent chez l'*Oe. Phellandrium)*, tantôt parce qu'il est écrasé. — Nous avons alors un double système d'éléments mécaniques croisés qui constitue une cuirasse dont l'efficacité est ainsi considérablement augmentée. On comprend l'utilité directe d'une semblable construction chez des plantes aquatiques dont les fruits mûrs tombent fréquemment dans l'eau et qui, malgré la subérisation plus ou moins avancée de l'endocarpe dans la plupart des espèces, sont plus exposées que d'autres à se gonfler énergiquement sous l'action de l'élément liquide.

Enfin, le gonflement entraînant la compression des deux manteaux squelettaires l'un contre l'autre, il est évident que, sans un arrangement spécial, les canaux sécréteurs (bandelettes) enfermés entre deux étuis seraient totalement écrasés. De là vient la fréquente disposition du stéréome en arcs convexes en dedans et ajoutés bout à bout. Il y a entre chaque arc et son voisin un sinus dans lequel se placent les bandelettes et où elles sont parfaitement protégées. Nous avons à plusieurs reprises fait des expériences de gonflement sur des fruits d'*Oenanthe (Oe. globulosa, Oe. fistulosa*, etc.) sans avoir pu constater dans les bandelettes des dégâts autres qu'une déformation vaguement triangulaire, correspond à la forme du réduit dans lequel ces organes sont cachés.

Flotteurs. — Nous arrivons maintenant à la partie la plus intéressante de nos recherches, celle qui se rapporte aux fonctions du tissu aérifère.

Aucun de nos prédécesseurs, y compris M. Géneau de Lamarlière, ne dit un mot des fonctions de ce tissu. Il est juste d'ajouter que la question

Digitized by Google

ne pouvait être résolue avant que l'anatomie des éléments ne fût exactement connue, ce qui n'était pas le cas jusqu'ici.

Malgré une étude histologique attentive, nous sommes cependant resté longtemps dans l'embarras, et le serions resté sans doute longtemps encore sans les expériences de gonflement relatées ci-dessus, qui nous ont mis sur la voie.

Lorsqu'on place dans l'eau des fruits mûrs d'ombellifères terrestres (*Bupleurum*, *Chærophyllum*, *Daucus*, etc.), le péricarpe ne tarde pas à s'imbiber d'eau, et le fruit coule à pic. Si on prend des fruits à péricarpe desséché, il suffit de chauffer même légèrement pour chasser l'air qui a pénétré dans les tissus, et le fruit coule à pic tout aussi rapidement. Au contraire, chez les *Oenanthe*, nous n'avons pas été peu étonné de voir, par exemple, des fruits d'*Oe. globulosa* flotter à la surface de l'eau pendant trente jours (l'expérience n'a pas été prolongée plus longtemps, sans que le fruit ou seulement un méricarpe isolé (mais intact) manifeste aucune tendance à s'enfoncer. Dans cette espèce, nous avons même traité des fruits très mûrs et à péricarpe en apparence fort décrépit par l'eau bouillante, sans que le fruit ait cessé pour cela de flotter pendant plusieurs jours.

*Si l'on fait des sections transversales un peu épaisses à travers des fruits qui ont flotté pendant un certain temps, on constate que tous les tissus ont été envahis par l'eau, tandis que les massifs de tissu aérifère sont intégralement ou en grande partie remplis d'air. — Lorsqu'on a réussi par un traitement artificiel assez prolongé à chasser l'air de ce tissu, il se remplit d'eau et le fruit coule à pic. — Les paquets de tissu aérifère sont donc des flotteurs.*

Il semble, après coup, que le genre de vie aquatique des *Oenanthe* eût dû tout naturellement faire trouver l'interprétation physiologique de ce tissu, avant même de recourir à l'expérience. Tous les *Oenanthe* croissent en effet, sinon le pied dans l'eau, ce qui est le plus fréquent, du moins au bord immédiat des marais, des lacs et même de la mer. L'existence de flotteurs chez des fruits fréquemment destinés à tomber dans l'eau paraît donc très naturelle. C'est cependant la première fois que l'on démontre l'existence de ces organes chez les Ombellifères.

Relativement au fonctionnement des flotteurs, les faits se présentent d'une façon parfaitement claire. Le protoplasme meurt de bonne heure, ainsi que nous l'avons vu plus haut, de sorte que les cellules se remplissent d'air, tandis que l'épicarpe et le parenchyme mésocarpique continuent à contenir du suc cellulaire. Au moment où le fruit tombe dans

Digitized by Google

l'eau, cet élément envahit facilement les régions dans lesquelles les cellules sont déjà pleines d'eau. En revanche, il ne pénètre que difficilement dans les tonnelets pleins d'air du tissu aérifère, cette pénétration supposant une diffusion graduelle de l'air dans l'eau à travers les membranes qui, dans un fruit intact, sont naturellement hermétiquement closes. Il faut par conséquent un temps considérable, variable suivant le nombre et le calibre des flotteurs, pour que l'air ait disparu et que le fruit ou le méricarpe coule à pic.

Le mode de flottaison est chez tous les *Oenanthe* le même. La disposition des flotteurs étant rigoureusement symétrique, il peut se présenter quatre cas différents dans lesquels les positions des fruits ou des méricarpes peuvent être prévues par de simples considérations statiques et qu'il est d'ailleurs très facile de vérifier expérimentalement.

*Premier cas.* Les deux méricarpes tombent dans l'eau en restant unis l'un avec l'autre par toute leur surface centrale. Les flotteurs des deux côtes commissurales constituent alors deux volumineuses bouées placées dans un plan horizontal. Un des méricarpes porte l'autre et la ligne de flottaison est située au-dessus du plan qui sépare des deux méricarpes (fig. 11, 1).

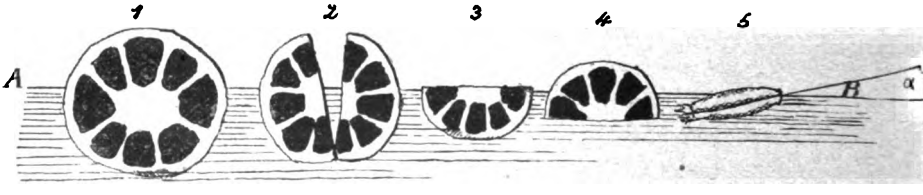



*Fig. 11.* — Divers modes de flottaison des fruits et des méricarpes (grossis) dans le genre *Oenanthe*. *A-B*, ligne de flottaison ; fig. *1-4*, *Oe. globulosa* ; *5*, *Oe. pimpinelloides*. Les flotteurs sont figurés en noir.

*Deuxième cas.* Les deux méricarpes tombent dans l'eau en restant attachés l'un avec l'autre par une des extrémités (cas fréquent chez l'*Oe. globulosa)*, l'eau pénétrant entre les deux méricarpes. Ce sont les flotteurs dorsaux qui jouent le rôle de bouées principales et la ligne de flottaison devient perpendiculaire au plan de séparation des deux méricarpes (fig. 11, 2).

*Troisième cas.* Un seul méricarpe tombe dans l'eau, la face ventrale tournée vers le zénith. Ici le méricarpe est presque entièrement sub-

Digitized by Google

mergé, la ligne de flottaison tend à coïncider avec la face ventrale qui affleure à la surface de l'eau (fig. 11, 3).

*Quatrième cas.* Un seul méricarpe tombe dans l'eau, la face dorsale tournée vers le zénith. Les deux flotteurs commissuraux qui, par leur volume, jouent le rôle de bouées principales, sont submergés, la ligne de flottaison est située environ à la moitié du diamètre radial du méricarpe, qui laisse émerger sa « quille » (fig. 11, 4).

Ajoutons, en terminant, que le « pont » ou la « quille » des fruits et méricarpes sont rarement parallèles à la ligne de flottaison. Habituellement, le centre de gravité est déplacé, parce que une des extrémités du fruit porte les stylopodes et les sépales qui chargent la proue, tandis que souvent un bourrelet basilaire riche en tissu aérifère fait surnager la poupe. La tangente au fruit, parallèle au plan de séparation des méricarpes, forme alors avec la ligne de flottaison un angle variable (angle $\alpha$, fig. 11, 5), mais dont la présence est toujours facile à constater.

## § 4. Systématique.

Le but que nous nous étions primitivement proposé en entreprenant l'étude du fruit des *Oenanthe* était la recherche des caractères carpologiques spécifiques. Nous y revenons après la longue parenthèse du chapitre précédent. On trouvera dans la *Flore des Alpes maritimes* une description carpologique de chaque espèce. Nous résumons ici ce travail seulement sous la forme d'une clé analytique, en rappelant que les *Oenanthe* présentent plusieurs particularités anatomiques spéciales à l'appareil végétatif, particularités dont un monographe serait obligé de tenir compte dans une systématique générale du genre.

### Clé analytique des espèces françaises du genre *ŒNANTHE* d'après l'organisation du fruit.

1 Mésocarpe épais d'un millimètre à la maturité, occupé presque entièrement par 5 flotteurs à peu près égaux, à section en forme de trapèze, séparés par d'étroites bandes de parenchyme. Côtes à peine marquées ..... *Oe. globulosa.*

Mésocarpe épais de 0,05 à 0,4 millimètres, à flotteurs non organisés sur le type ci-dessus ..... 2

Digitized by Google

2 Arcs de stéréome en forme de lyres dont les bras un peu relevés provoquent dans les vallécules l'apparition de côtes secondaires peu accusées ; arcs passant extérieurement au tissu aérifère. .... *Oe. fistulosa.*
Arcs de stéréome en forme d'arcs ou de plaques ou réunis en une bande ondulée unique..... 3

3 Bandelettes des vallécules extérieures (non commissurales) placées en dessous et à l'intérieur du stéréome ; celui-ci disposé en arcs confluents ou libres..... 4
Bandelettes des vallécules extérieures placées entre des plaques de stéréome, qui passent assez rapidement à l'extérieur au tissu aérifère..... *Oe. Phellandrium.*

4 Flotteurs au nombre de 5 dans chaque méricarpe, les commissuraux plus volumineux que le dorsal et les latéraux..... ..... 5
Flotteurs au nombre de 2 dans chaque méricarpe, commissuraux, les autres nuls ou presque nuls ; épicarpe à caractères collenchymateux. 7

5 Parenchyme mésocarpique externe formant une bande à petits éléments. 6
Parenchyme mésocarpique externe ± différencié en une zone externe microcytique et une zone interne relativement macrocytique. Stéréome en petits arcs habituellement encore tous séparés à la maturité..... *Oe. Lachenalii.*

6 Stéréome en bande continue et ondulée..... *Oe. silaifolia.*
Stéréome formant une série de petites plages placées dans les bandelettes et sous les côtes, plus épaisses au milieu qu'aux extrémités, parfois coupées ça et là par des cellules de passage..... *Oe. peucedanifolia.*

7 Bande de stéréome recourbée extérieurement dans les côtes commissurales ; endocarpe non collenchymateux..... *Oe. pimpinelloides.*
Bande de stéréome non recourbée extérieurement dans les côtes commissurales ; endocarpe collenchymateux..... *Oe. crocata.*

Digitized by Google

III

# NOTE

SUR

# UN NOUVEAU SPHACELE DES ANTILLES

PAR

J. BRIQUET

---

Nous avons reçu dans le courant de l'été, de M. le professeur Urban, quelques fragments d'une plante récoltée dans les montagnes de Saint-Domingue, et attribuée dubitativement aux Labiées. Ces fragments ne possèdent malheureusement pas de corolle, mais les calices accrus à la maturité, leur dentition et leur nervation, les nucules, la forme et le mode de nervation des feuilles permet d'y reconnaître une espèce nouvelle de *Sphacele*, la première de ce genre constatée aux Antilles. Nous dédions cette espèce à notre savant confrère de Berlin. En voici les caractères, pour autant que les fragments à notre disposition permettent de les établir.

**Sphacele Urbani** Briq., sp. nov. — Frutex ramis furfuraceo-lanatis, pilis ramoso-crispulis. Folia longe et anguste lanceolata, apice sensim acuminata, marginibus basin versus lenissime convexiusculis, basi cuneata, petiolo brevi lanato aucta, bullato-rugosissima, supra viridia parce crispule pubescentia, subtus albo-tomentosa, tomento ± reticulato; nervatio reticulata, areolis parvis, crebris, in pagina superiore quasi parvi colles apparentibus; serratura constans ex crenis parvis creberrimis ± subtus recurvis. Inflorescentia terminalis, paniculata. Pedicelli villosi, breves. Calix maturus tubuloso-ampliatus, parce villosus, pilis ± undulatis cum glandulis stipitatis et aliis sessilibus nitentibus commixtis; nervis parte tubi superiore reticulatis, dentibus 5 lanceolato-acuminatis subæqualibus, tubo brevioribus. Corolla deest. Nuculæ obovoideæ, læves.

Digitized by Google

Foliorum lamina superficie 4-9 × 0,6-1,5 cm. Pedicelli 1-2 mm. longi. Calicis tubus circa 0,9 mm. longus, dentes 0,5 cm. longi.

Sto. Domingo : in monte Pico del Valle, alt. 2620 m. s. m. (herb. Krug et Urban).

D'après la forme du calice cette espèce doit rentrer dans la section *Sphacelocodon* § 1 *Macranthæ*, dans le groupe *B. Rugosæ* [1]. Elle se rapproche le plus du *S. chilensis* (Mol.) Briq. de l'Amérique du Sud, dont elle se distingue très facilement par la forme et l'organisation de la feuille et du calice. Si, contrairement à notre attente, les corolles étaient à tube inclus, il faudrait ranger le *S. Urbani* dans le § *Micranthæ*, *B. Bullatæ* groupe *Extenuatæ*, dont aucune des espèces continues ne cadre avec notre nouvelle plante insulaire.

[1] Voy. Briquet, Eléments d'une classification du genre *Sphacele* (*Bull. du Lab. de Bot. génér. de l'Univ. de Genève*, I, p. 338-341, 1897).

Digitized by Google

IV

# NOTE

SUR

# UN NOUVEAU CLINOPODE DU VALAIS

PAR

J. BRIQUET

---

Le *Satureia Clinopodium* Car. (*Clinopodium vulgare* L., *Calamintha Clinopodium* Spenn.) est une espèce assez variable lorsqu'on l'envisage dans l'ensemble de son aire. La forme des feuilles, leur mode de dentelure, l'indument de l'appareil végétatif et surtout l'apparence poilue ou plumeuse des verticillastres permettent de distinguer plusieurs races, reliées entre elles par des colonies intermédiaires à caractères ambigus. Jusqu'ici, cependant, nous n'avions jamais vu de variété à appareil végétatif *entièrement glabre*. Cette forme remarquable et rarissime a été découverte en Valais par M. G. Kohler, préparateur à l'Herbier Delessert. En voici la description :

**Satureia Clinopodium** var. **Kohleri** Briq., var. nov. — Herba circa 30-40 cm. alta. Caulis pro specie debilis, ascendens, sæpe flexuosus, viridis vel cupræus, a basi ad apicem glaberrimus, internodiis mediis 5-7 cm. longis. Folia ovato-elliptica, apice acuta vel subacuta, marginibus parte inferiore convexioribus, basi rotundato-acuta, utrinque viridia, glaberrima, minute et distanter denticulata vel subintegra, superficie 2,5-3,5 × 1,5-2 cm., petiolo glabro ad 6 mm. longo aucta. Verticillastri multiflori, sympodiis pedicellisque glabris vel glabrescentibus, bracteolis linearibus ciliatis. Calix viridis, parce patenter pilosus viridis, dentibus extus ciliatis sæpe cupræis. Corolla normalis, extus glabra, pulchre purpurea. — Ad vias prope Louèche-les-Bains (Valesia): G. Kohler leg., Aug. 1896.



Digitized by Google

V

# NOTE PRÉLIMINAIRE

SUR LE

# PIMPINELLA BICKNELLII

PAR

**John BRIQUET**

---

**Pimpinella Bicknellii** Briq., sp. nov. — Herba elata, radice digitata, segmentis incrassatis. Caulis robustus, striatus, glaber, ramosus, ramis ascendentibus. Folia ternato-pinnata, atro-viridia, glabra, segmentis ovato-ellipticis irregulariter et profunde inciso-dentatis, vagina elongata. Umbellæ compositæ, involucro nullo vel subnullo, radiis crassis, glabris; umbellulæ parvæ ad 10-15 floræ, pedicellis brevibus, involucello ex bracteolis lanceolatis constante valde reducto. Flores albi. Calicis dentes obsoleti. Petala costa impressa cucullata apice emarginata, dein subito in acumen longius inflexum producta. Stylopodia crasse conica, margine subintegerrima. Styli elongati, incurvo-divergentes. Fructus ovato-oblongus, a latere compressus, ad commissuram latam aliq. constrictus, glaberrimus; mericarpia tereti-5gona, jugis primariis æqualibus tenuibus, vittis in quaque vallecula 3, adjectis sæpe parvis aliis irregulariter evolutis. Carpophorum bifidum.

Hab. : Serra ad N. E. insulæ Majorque balearicæ, in petræis inter Pollenza et Lluch (leg. ill. Cl. Bicknell).

Descriptio accurata et icon hujus plantæ ulterius dabuntur.

Digitized by Google

VI

# NOTE

SUR LES

# HYDATHODES FOLIAIRES DES SCOLOPIA

PAR

**John BRIQUET**

---

Dans un récent travail relatif à la classification des *Scolopia* asiatiques, nous avons fait usage, pour la distinction d'espèces voisines, de la présence ou de l'absence de glandes au sommet du pétiole. La littérature relative aux Flacourtiacées n'indiquant rien sur la structure et les fonctions de ces glandes, nous avons étudié celles du *Scolopia chinensis*. Les résultats qui suivent engageront peut-être les anatomistes à explorer l'appareil végétatif des Flacourtiacées encore bien peu connues à ce point de vue.

Les très courts pétioles du *Scolopia chinensis* sont munis, au point où ils s'attachent au limbe, de deux petits appendices placés symétriquement à droite et à gauche. Ils ont la forme d'un cône tronqué, haut de 0,5 mm. au maximum, legèrement couché contre les marges de la feuille.

Sur des coupes longitudinales, on voit que l'axe de ces organes est occupé par un massif de trachéides spiralées, entouré de cellules parenchymateuses allongées, à parois minces. Le massif pénètre jusqu'à mi-hauteur de l'organe et s'y termine brusquement en prenant souvent une apparence renflée. Ce massif de trachéides vient s'insérer à peu de distance sur la nervure médiane sortant du pétiole, au point où celle-ci envoie à droite et à gauche les deux nervures latérales les plus inférieures. Tout autour du massif de trachéides se trouve un parenchyme à parois cellulosiques, à cellules ± polyédriques, laissant entre elles de

Digitized by Google

nombreux petits méats. Ces cellules contiennent ça et là des rhomboèdres d'oxalate de chaux, parfois irrégulièrement mâclés. Dans beaucoup de glandes, les cellules cristallifères sont en partie groupées en un petit massif situé non loin de la terminaison du massif trachéidal. Les parois des cellules parenchymateuses sont pourvues de nombreuses ponctuations simples et arrondies. Ce dernier détail ressort d'une façon particulièrement nette lorsque les parois s'épaississent en prenant des allures collenchymateuses, ce qui est fréquemment le cas. L'épiderme est formé par des éléments allongés radialement, à parois extérieures très sclérifiées, cuticularisées dans leur région externe et pourvues d'une cuticule plissée. Ça et là, on aperçoit des renflements parenchymateux, situés parfois autour de la base de la glande, mais surtout à son sommet, renflements qui portent un épiderme à cellules moins hautes, interrompues de quelques stomates très petits, à parois peu épaissies, et béants.

Les cellules parenchymateuses contiennent, au voisinage du sommet de la glande, une substance d'un jaune-brun dont la nature est restée douteuse. Peut-être représente-t-elle du tanin, mais elle ne donne pas les réactions caractéristiques avec les sels de fer.

Les détails qui précèdent sont suffisants pour permettre d'interpréter la nature et les fonctions de ces organes. Ce ne sont pas des organes sécréteurs au sens propre du mot, puisqu'on ne peut déceler chez eux aucun produit de sécrétion particulière, la substance brune que contiennent certains éléments se retrouvant ailleurs dans la feuille. Il ne s'agit pas non plus de nectaires extranuptiaux, car ils ne contiennent pas de sucre. Ce sont de vrais *hydathodes*, c'est-à-dire des organes expulseurs d'eau liquide, servant à régler la transpiration. Les stomates aquifères béants, les ponctuations de l'épithème qui se correspondent entre cellules voisines et dont une partie aboutit aux méats intercellulaires, le massif de trachéides qui est plongé par une extrémité dans l'épithème et dont l'autre extrémité s'accole au faisceau médian du limbe : tout cet ensemble de particularités concourt à établir une relation directe, rapide et facile entre le système conducteur et l'atmosphère extérieure, ce qui est la caractéristique des hydathodes.

9 mai 1898.

Digitized by Google

VII

# ANATOMIE COMPARÉE DE LA FEUILLE DANS LE GENRE HERMAS

PAR

**Emile DUBOULE**

(Avec la planche I.)

---

## § 1. Introduction ; Morphologie externe.

La *Monographie des Buplèvres des Alpes maritimes* de M. Briquet [1] a suscité, au Laboratoire de Botanique générale, une série de recherches tant anatomo-physiologiques que carpologiques sur la famille de Ombellifères, recherches dont les résultats ont déjà été publiés ou le seront ultérieurement. Parmi les sujets dont l'étude présente un intérêt spécial, M. Briquet nous a indiqué l'anatomie du genre *Hermas*, en ajoutant que la forme exceptionnelle des feuilles et la vie dans un milieu extrême tel qu'il est réalisé dans les montagnes du sud de l'Afrique faisaient prévoir pour ce genre quelques propriétés morphologiques et adaptatives intéressantes. Nous avons donc fait aussi soigneusement que possible l'anatomie de la feuille dans les cinq espèces suivantes : *Hermas*

[1] Voy. Briquet, *Monographie des Buplèvres des Alpes maritimes.* Vol. in-8°, Genève et Bâle 1897 (dans Burnat, *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes.)*



Digitized by Google

*gigantea* L. f., *H. villosa*, Thunb. *H. capitata* L. f., *H. quinquedentata* L. f., *H. ciliata* L. f.

C'est le résultat de ces recherches, effectuées sous la direction de M. Briquet, que nous présentons maintenant aux lecteurs.

* * *

Les *Hermas* sont des herbes suffrutescentes ou des sous-arbrisseaux, indigènes de montagnes de la colonie du Cap, où ils affectionnent les stations rocheuses et arides. Les feuilles sont, pour la plupart, réunies à la base de la tige en une sorte de rosette ; les feuilles caulinaires sont moins nombreuses, écartées et plus réduites. Chez les *H. ciliata, gigantea, capitata* et *quinquedentata*, les feuilles basilaires et inférieures sont pétiolées, tandis que chez l'*H. villosa*, où la rosette basilaire est à peine indiquée, le limbe est sessile et cordé-amplexicaule à la base. La tige varie de dimensions, chez l'*H. gigantea* elle peut atteindre plusieurs pieds de hauteur, tandis que chez certaines formes de l'*H. capitata* (variété *minima* Sond.) elle n'est haute que de quelques centimètres. Cette tige est tantôt simple et terminée par une ombelle, tantôt ramifiée dans la partie supérieure.

Les feuilles présentent des facies très divers. Chez l'*H. gigantea*, elles possèdent de grands limbes atteignant jusqu'à 30 centimètres de longueur, atténués-acuminés aux deux extrémités, très largement lancéolés ou oblongs et couverts sur les deux faces d'un épais tomentum. Chez l'*H. villosa* les limbes sont ovés, verts et un peu luisants à la face supérieure, tomenteux en dessous, assez coriaces. L'apparence des feuilles de l'*H. capita* est assez semblable à celle de l'espèce précédente au point de vue de l'indûment. Le limbe est ové-cordé, mais pourvu d'un

Digitized by Google

pétiole et la rosette est nettement caractérisée, ce qui n'était pas le cas dans l'espèce précédente. Dans l'*H. quinquedentata* les feuilles ne diffèrent guère des précédentes qu'en ce qu'elles sont cunéiformes à la base. Il convient de noter la présence d'une pubescence très caractérisée dans le jeune âge à la face supérieure du limbe dans cette dernière espèce, tandis que Sonder les décrit comme « glabrous above » sans restriction. Enfin l'*H. ciliata* possède des limbes brusquement cunéiformes à la base, d'ailleurs assez largement ovés, glabres en dessus, couverts en dessous d'un tomentum ras et blanchâtre qui, vu à loupe, semble être constitué par des poils étoilés, mais en réalité se compose de poils simples, très longs et recroquevillés un très grand nombre de fois.

Relativement à la serrature, il convient tout d'abord de remarquer qu'aucun *Hermas* ne possède des feuilles entières, mais des feuilles indivises [1]. Toutes les espèces, en effet, possèdent des créneaux ou des dents de formes variées.

Chez l'*H. gigantea* ce sont des créneaux arrondis et peu saillants.

Chez l'*H. villosa* ce sont des dents argutes, peu élevées, à sommets pointus et durs, séparés par des sinus concaves dans lesquels la marge est recourbée en dessous.

L'*H. quinquedentata* possède des créneaux assez marqués pour que les feuilles en deviennent sinuées, lobées, assez semblables, dans certains cas, à celles des chênes, d'où le nom d'*H. quercifolia*.

[1] Voy. Briquet in *Bull. Lab. bot. gén. de Genève*, I, p. 236, n. 1, et *Bull. de l'Herb. Boiss.*, V, p. 425, 1897.

Digitized by Google

La serrature la plus remarquable est celle qui est réalisée par l'*H. ciliata*. Les dents sont très étroites, fort nombreuses, argutes, avec une forte nervure médiane qui s'affaiblit à son entrée dans le limbe, et haute de près d'un millimètre sur un millimètre de largeur à la base. Comme ces dents sont très serrées et débiles le pourtour du limbe a l'air d'être entièrement cilié.

Quant à la nervation, elle consiste dans toutes les espèces en une nervure médiane robuste et en un certain nombre de nervures latérales disposées suivant le type penné. Ces nervures latérales sont reliées par des anastomoses formant un réseau polygonal. Chez la plupart des espèces, les nervures, et en particulier le réseau d'anastomoses, font peu saillie à la face inférieure ou sont cachées sous le tomentum. L'*H. villosa* fait exception à ce point de vue ; non seulement dans cette espèce les nervures font saillie en dessous, mais encore elles creusent le limbe à la face supérieure en découpant des aréoles polygonales.

Lorsque les feuilles sont pétiolées, le pétiole canaliculé se relie à la tige par une large gaine. Dans l'*H. villosa*, où il n'y a pas de pétiole, le limbe est inséré sur la tige par une base élargie. On voit d'après cette description que les *Hermas* ont une apparence très anormale parmi les Ombellifères, apparence due essentiellement à la présence d'un tomentum et de feuilles indivises.

Dans l'exposé qui suit, nous décrirons successivement pour chaque espèce l'anatomie de la gaine, du pétiole, des nervures, du limbe, des nervilles et de la région interneurale.

Digitized by Google

## § 2. Description anatomique des espèces.

### *Hermas gigantea.*

*Gaine.* — La gaine de cette espèce présente en section transversale une forme vaguement triangulaire. Elle possède un épiderme à cellules très petites, à parois extérieures faiblement épaissies et peu cutinisées. Cet épiderme porte des poils peu développés sur lesquels nous reviendrons plus loin.

Sous l'épiderme se trouve une couche hypodermique à éléments plus gros que ceux de l'épiderme et qui se subérisent avec l'âge. Çà et là, cette couche est interrompue par quelques éléments non subérisés.

D'autre part, sur la face extérieure de la gaine, la subérisation atteint plusieurs assises de cellules. En outre, ce même côté extérieur présente d'une façon quelque peu irrégulière des amas de collenchyme hypodermique.

Les éléments subérisés sous-tendent habituellement ce collenchyme.

Le corps de la gaine est occupé par un parenchyme à gros éléments dont les cellules polygonales restent minces, à parois cellulosiques et dépourvues d'ornementation.

C'est dans ce parenchyme que sont plongés les faisceaux. Ceux-ci sont plus rapprochés de l'épiderme inférieur. En section transversale ils ont la forme d'un fer-à-cheval. Parfois même leur section devient circulaire et presque fermée. Le plus gros occupe le sommet de la section de a gaine et les autres se suivent en diminuant de volume à droite et à gauche jusque dans les deux petites cornes qui flanquent le pétiole, où ils sont très réduits. Le nom-

Digitized by Google

bre atteint environ 15 dans les grandes gaines. L'examen d'un faisceau médian, en section transversale, met en évidence les particularités suivantes : — Le faisceau est entouré par une épaisse cuirasse péricyclique à éléments très fortement sclérifiés et lignifiés. Ce péricycle se relie entre les arcs libériens avec le bois secondaire. De la sorte le faisceau se trouve entouré d'un épais manteau stéréique dans lequel sont immergés des îlots libériens. Les îlots ont allongés tangentiellement, au nombre de trois ou plus. On distingue facilement à leur intérieur du parenchyme libérien, à éléments relativement gros et des groupes de petits tubes criblés, accompagnés de cellules compagnes. Le bois forme un arc de cercle le plus souvent incomplet. Il est composé de trachées spiralées plus petites vers l'intérieur. Par l'action du double colorant genevois, le bois primaire à trachées se sépare très nettement de la mince couche périphérique à éléments fermés et stéreiques. La zone extérieure se colore en jaune doré, l'intérieure en brun. Entre les trachées se trouve un parenchyme à parois tendres, formant entre les éléments vasculaires des ponts le plus souvent unisériés. Le centre de l'arc ligneux est occupé par un endoxyle à petits éléments parenchymateux, conservant des parois minces et cellulosiques pendant longtemps.

Lorsque l'arc ligneux est ouvert du côté supérieur, l'entrée en est obstruée par de gros éléments parenchymateux sclérifiés. Au fur et à mesure que les faisceaux diminuent de calibre vers les bords de la gaine, on voit l'endoxyle disparaître et finalement le faisceau se réduire à une petite masse ligneuse, un seul arc libérien externe, le tout enveloppé dans un manteau scléreux. Quant aux canaux sécréteurs dont la constitution ne présente aucune

Digitized by Google

particularité, ils sont disséminés sans ordre, ça et là, dans le parenchyme, le plus souvent en face de l'ouverture de l'arc ligneux des faisceaux et en face du liber sous l'épiderme supérieur.

*Pétiole.* — Le pétiole présente de nombreux caractères communs avec la gaine, cependant il offre diverses particularités nouvelles. Tout d'abord sa face inférieure est sinueuse de façon à dessiner des côtes alternant avec des vallécules. L'épiderme offre des cellules à parois extérieures beaucoup plus épaissies que dans la gaine et fortement cuticularisées, à cuticule plissée. Les poils qui sont très nombreux ont une structure très caractéristique. Ils se composent d'une cellule basilaire, très courte, à parois fortement épaissies et très cuticularisées. Le lumen de cette cellule basilaire est très élargi au sommet, rétréci vers le milieu et élargi de nouveau à la base.

La paroi qui sépare la cellule basilaire de l'élément épidermique sous-jacent est extrêmement mince et cellulosique. Au contraire la paroi qui la sépare du reste du poil est épaisse et fortement cuticularisée. La partie supérieure du lumen porte quelques faibles ponctuations qui sont dirigées contre les faces. Sur le socle formé par la cellule basilaire se dresse un long flagellum unicellulaire, à parois médiocres, non cuticularisées. Ces parois sont épaissies circulairement au contact du socle basilaire. Le flagellum peut atteindre jusqu'à vingt fois et plus la hauteur du socle (fig. 1.)

L'épiderme supérieur est sous-tendu par une mince bande de collenchyme hypodermique. A la face supérieure, ce collenchyme ne reste en bandes minces que dans les vallécules, tandis que, dans les côtes, il forme d'épaisses lames de soutien, concaves en dedans et naturellement

Digitized by Google

très convexes en dehors. En outre sous les bandes de collenchyme valléculaire se trouve une étroite lame de chlorenchyme à très petits éléments polygonaux.

C'est encore ce même tissu qui remplit les petites cornes fort minces qui flanquent le pétiole à droite et à gauche. Çà et là, au-dessus de ces bandes on voit l'épiderme être interrompu par un stomate dont l'organisation sera décrite à propos du limbe.

Fig. 1. — Poil de petite dimension pris sur le pétiole de l'H. gigantea. Fortement grossi.

Le corps du pétiole est occupé comme celui de la gaine par le même gros parenchyme incolore. Quant aux faisceaux, leur organisation s'est quelque peu modifiée. Tous les faisceaux sont entièrement fermés, à manchon ligneux continu, à endoxyle central (fig. 2). Ce sont donc des faisceaux fermés absolument comparables a ceux du rhizome de différentes Monocotylédones, sauf la position inverse du liber et du bois. Le liber est toujours plongé dans une puissante cuirasse stéréique périphérique, mais il forme des îlots moins allongés tangentiellement, plus nombreux, dont un occupe l'emplacement de l'ouverture de l'arc ligneux dans la gaine. En outre les îlots libériens ont une tendance manifeste à se mettre en contact direct avec le bois trachéal, tandis que dans la gaine, ils en sont séparés par de gros élément sclérifiés.

Le bois et l'endoxyle ont la même organisation que dans la gaine, à ceci près, que l'îlot endoxylaire est plus réduit et a des éléments plus collenchymateux.

Digitized by Google

La forme générale a changé. Le faisceau médian a une forme vaguement triangulaire, à pointe tournée vers la face supérieure. Les autres ont une section elliptique,

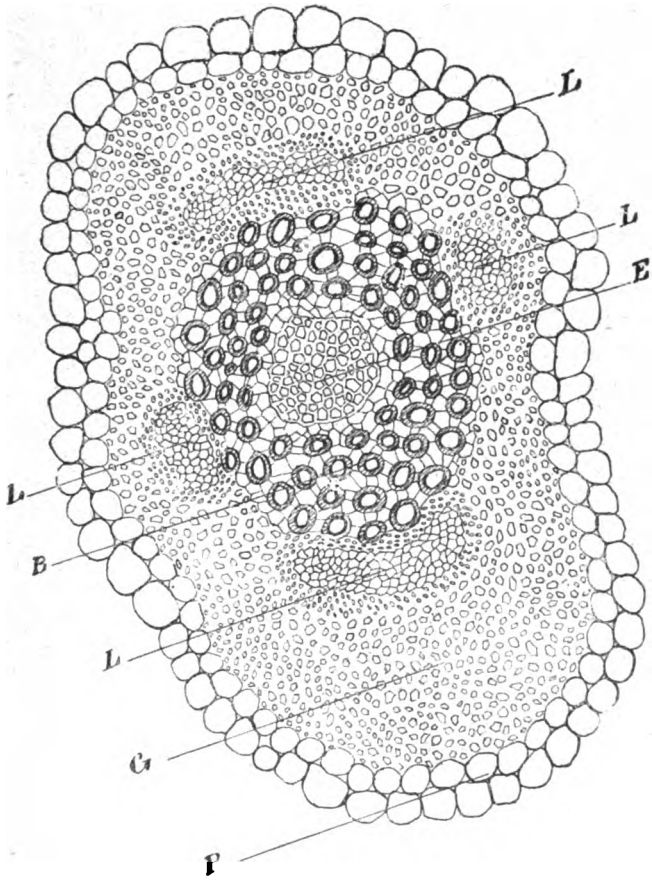



Fig. 2. — Section transversale d'un faisceau concentrique dans le pétiole de l'H. gigantea. *P*, parenchyme fondamental; *G*, manteau sclereux: *L*, ilots libériens; B, manchon ligneux; T, ilot endoxylaire. Grossissement 280/1.

dont le grand axe est parallèle au plan antéro-postérieur du pétiole.

Digitized by Google

Quant aux canaux sécréteurs, leur distribution est encore plus irrégulière que dans la gaine. Quelques-uns sont situés à la périphérie des faisceaux. Seule, la distribution des canaux situés sous les côtés présente une certaine régularité.

Cette organisation du pétiole persiste dans toute sa longueur. Ce n'est qu'au voisinage du limbe que l'on voit les manchons ligneux s'ouvrir à la face supérieure, reprendre la disposition en fer-à-cheval et finalement se désagréger pour fournir des faisceaux aux nervures foliaires. Cette désagrégation commence par les faisceaux du bord du pétiole pour gagner graduellement ceux du centre. En fait d'autres modifications, il convient de signaler la diminution du collenchyme qui persiste d'une façon notable, surtout dans les côtes, tandis que dans les vallécules il disparaît graduellement et que le chlorenchyme prend plus de développement.

*Limbe ; nervures.* — Les nervures présentent une organisation générale qui rappelle quelque peu le pétiole. Elles font fortement saillie à la face inférieure. La nervure médiane ne diffère que très peu du pétiole. La disposition des faisceaux est soumise à des perturbations perpétuelles, dues aux fréquentes sorties d'éléments se rendant dans les nervures latérales. Les faisceaux forment, en thèse générale, en section transversale, des arcs ouverts remplis de collenchyme endoxylaire. Le collenchyme et les autres tissus ne présentent rien de particulier. Dans les grosses nervures secondaires, on voit sur la face inférieure que l'épiderme est sous-tendu par une épaisse couche de collenchyme. Cette couche existe aussi à la face supérieure, mais elle est beaucoup plus faible. Les faisceaux sont plongés dans le parenchyme fondamental et organisés à

Digitized by Google

peu près comme à l'extrémité supérieure du pétiole, avec cette différence cependant que l'endoxyle est réduit à peu de chose, ou a entièrement disparu, et que le bois n'a plus la forme d'un arc, mais constitue un petit massif compact. Il y a habituellement un gros faisceau au-dessus duquel sont situés deux petits faisceaux jumeaux, destinés à sortir dans les nervures.

Le chlorenchyme du limbe descend assez bas sur les flancs du pétiole. Il existe habituellement deux canaux sécréteurs situés en dehors du gros faisceau médian et un autre plus petit à la face opposée de la nervure.

Sauf la diminution de calibre et la réduction des faisceaux à un seul, l'organisation des nervilles ne diffère guère de celle des nervures.

*Région interneurale.*—Les deux épidermes sont couverts de poils formant un feutre épais, lequel s'étend aussi au-dessus des nervures.

Ces poils ont sensiblement la même organisation que celle décrite dans le pétiole.

L'épiderme supérieur a des cellules médiocres, faiblement épaissies sur les parois externes, situées assez régulièrement dans un même plan. Il est dépourvu de stomates. L'épiderme inférieur a des éléments plus petits et beaucoup plus irréguliers. Tantôt ses cellules font saillie, tantôt au contraire elles sont en retrait. Toutes les parois en sont très minces.

Çà et là, il est interrompu par de très petits stomates du type habituel des dicotylédones, à lumen triangulaire, dont la pointe est tournée vers les lèvres de l'ostiole, à becs externe et interne médiocres. Les stomates sont accompagnés de cellules annexes qui ne diffèrent en rien des cellules épidermiques voisines. Ils sont souvent légère-

Digitized by Google

ment surélevés. Il est curieux de constater que l'épiderme inférieur est assez fortement chlorophyllifère.

Quant au mésophylle, son organisation est très peu différenciée. Il est constitué par une mince couche de parenchyme, à éléments globuleux et lâches, dont la couche, située sous l'épiderme supérieur, a une forme plus quadratique, sans être bien nettement palissadique.

*Hermas villosa.*

*Gaine.* — Les gaines de cette espèce ont, en section transversale, l'apparence d'un long ruban. Elles sont beaucoup plus minces que dans l'espèce précédente. L'épiderme comporte des cellules très petites à parois extérieures fortement épaissies et cuticularisées. Cet épiderme est dépourvu de stomates. Il porte de nombreux poils flagelliformes, organisés comme dans l'espèce précédente, mais à flagellum souvent enroulé en tire-bouchon et à lumen très étroit. Le corps de la gaine est occupé par un parenchyme à gros éléments polygonaux, lequel devient de plus en plus collenchymateux au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'épiderme. Les faisceaux sont plongés dans ce parenchyme. Ils ont la forme d'un croissant ou d'un rein dont la concavité est tournée du côté de la face supérieure. Les faisceaux sont enveloppés par une épaisse couche péricyclique, entièrement parenchymateuse, contenant rarement une scléréide isolée, dans laquelle sont immergés de nombreux petits îlots libériens. Le bois est entièrement constitué par des trachées spiralées, laissant entre elles, suivant le rayon, quelques bandes de parenchyme, à parois minces. Les trachées sont, pour la plupart, en contact les unes avec les autres. La concavité de l'arc

Digitized by Google

ligneux a le fond occupé par un endoxyle à parois minces. Les canaux sécréteurs sont très volumineux, beaucoup plus que dans l'espèce précédente. Ils accompagnent habituellement, au nombre de deux, chaque faisceau ; l'un est placé à quelque distance au-dessus dans le parenchyme, l'autre à quelque distance au-dessous. En outre, on constate un certain nombre de canaux disséminés sans ordre dans le parenchyme.

*Limbe; nervures.* — Au voisinage du limbe les faisceaux se segmentent pour fournir les nervures du limbe. La nervure médiane ne présente aucune particularité qui la distingue de la gaine, si ce n'est le désordre caractéristique des éléments fasciculaires, désordre dû au détachement des nervures latérales. Notons cependant que le massif central, duquel se détachent les nervures, présente une forme plus ou moins semi-circulaire et que le bois possède à sa périphérie un cambium très net. Dans les nervures secondaires, qui font fortement saillie à la face inférieure, presque tout le corps de la nervure est occupé par un collenchyme, dont les éléments, plus petits, situés à la périphérie, sont très fortement épaissis, tout en restant cellulosiques.

Plusieurs canaux sécréteurs sont disséminés sans ordre dans ce collenchyme neural.

Un gros canal sécréteur domine le faisceau à la face supérieure. Ce faisceau a une section en forme de fer-à-cheval. Le chlorenchyme descend très peu sur les flancs du faisceau. Quant aux nervilles, elles font à peine saillie à la face inférieure. Le faisceau y est très réduit. Elles sont pourvues de deux canaux sécréteurs, petits, situés l'un en dehors du péricycle, l'autre en dehors de l'endoxyle.

Digitized by Google

*Région interneurale* (fig. 3). — L'épiderme supérieur est très remarquable. Il est constitué par des cellules macrocytiques, palissadiques, à parois radiales et internes, cel-

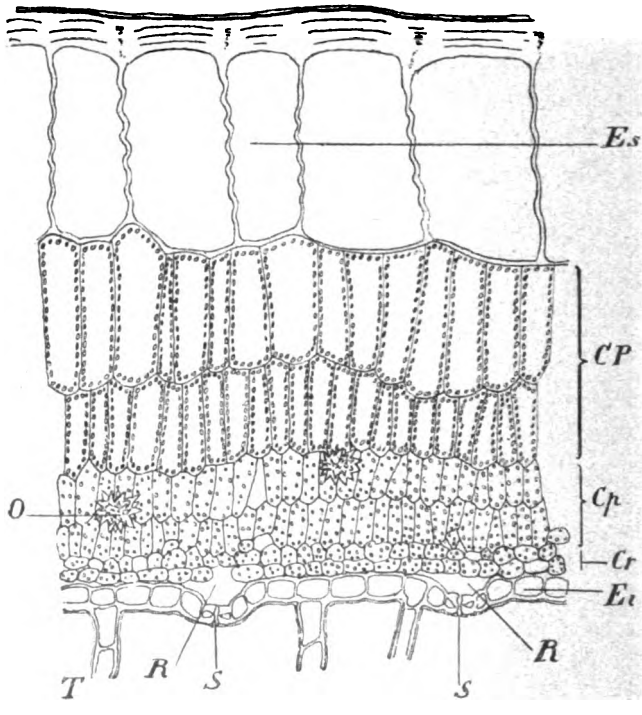



Fig. 3. — Section transversale des tissus interneuraux dans l'H. villosa. *Es*, épiderme supérieur; *Ei*, épiderme inférieur; *S*, stomate; *R*, chambre respiratoire; *T*, poil; *CP*, palissades supérieures; *Cp*, palissades inférieures; *Cr*, chlorenchyme spongieux; *O*, mâcles d'oxalate de chaux. Grossissement 321/1.

lulosiques et minces, les radiales s'ondulant par la dessication. Les parois extérieures sont très fortement épaissies et presque entièrement cuticularisées. Cette paroi externe est épaissie sur les points où viennent s'attacher les parois radiales. Cet épiderme communique avec l'endoxyle des faisceaux au moyen de cellules parenchyma-

Digitized by Google

teuses, allongées radialement; le mésophylle est donc interrompu même au-dessus des plus petites nervilles.

La hauteur totale de l'épiderme supérieur atteint presque l'épaisseur de tout le mésophylle. Il est entièrement lisse et dépourvu de poils.

L'épiderme inférieur est microcytique, à éléments un grand nombre de fois plus petits que ceux de l'épiderme supérieur.

Certains éléments font saillie tandis que d'autres sont en retrait. Les parois externes ne sont qu'un peu plus épaisses que les autres. Elles sont cuticularisées dans leur région extérieure et à cuticule plus ou moins plissée.

Les poils ont des cellules basilaires à parois peu sclérifiées ; les flagellum sont parfois pourvus d'une ou deux cloisons et à lumen très étroit. Les stomates sont nombreux, un peu surélevés, à cellules annexes ascendantes, à lumen triangulaire, dont la pointe touche presque les lèvres de l'ostiole. Les becs extérieurs, entièrement cutinisés, sont très aigus; les intérieurs ne sont pas cutinisés et à peine indiqués. Sous le stomate se trouve une chambre respiratoire assez spacieuse.

Le mésophylle se compose de deux couches de palissades occupant le $^2/_3$ de l'épaisseur totale, à éléments étroits. Les palissades supérieures sont étroitement plaquées contre l'épiderme supérieur, à raison de trois à six par cellule épidermique.

Sous le tissu palissadique se trouve une couche chlorophyllienne à éléments quadratiques peu nets, qui domine deux à quatre assises d'éléments globuleux ou polyédriques, lâches et très petits, représentant le chlorenchyme spongieux.

Ca et là le chlorenchyme est interrompu par des idio-

Digitized by Google

blastes polyédriques contenant de gros oursins d'oxalate de chaux. Ceux-ci sont disposés sans ordre, tant dans la région palissadique que dans la région spongieuse.

Ajoutons, pour terminer, que dans les dents de la feuille les faisceaux se terminent par un massif de trachéides entourées d'un épithème parenchymateux, à parois tendres, communiquant avec des stomates aquifères, disséminés çà et là à la face inférieure de la dent.

*Hermas capitata.*

*Gaine.* — En section transversale la gaine de cette espèce a vaguement la forme d'un croissant. Le pourtour sinueux présente des côtes et des vallécules alternant d'une manière irrégulière. L'épiderme est formé de cellules larges et peu hautes. Elles sont épaissies du côté extérieur et cuticularisées. La cuticule est assez fortement plissée. La surface de la gaine est glabre; contrairement aux deux espèces précédentes. Au-dessous de l'épiderme se trouve une faible couche de collenchyme peu caractérisé, plus épaisse sous les côtes que sous les vallécules. A l'intérieur de cette couche de collenchyme hypodermique, on rencontre un parenchyme à gros éléments. Les faisceaux sont plongés dans la zone moyenne de ce parenchyme. Ils sont ouverts, à concavité tournée du côté supérieur. Le faisceau principal possède à sa périphérie quatre ou cinq groupes libériens construits comme dans les espèces précédentes et protégés dans leur région dorsale par des massifs péricycliques sclérifiés. L'arc ligneux est habituellement continu, à vaisseaux disposés en séries radiales, plus ou moins régulières. Presque tous sont spiralés. Les rayons de vaisseaux sont

Digitized by Google

presque tous séparés par des rayons de parenchyme à parois minces. La concavité de l'arc ligneux est occupée par un endoxyle parenchymateux, à très petits éléments cellulosiques, dans lequel sont plongées les trachées initiales. Quant aux canaux sécréteurs, ils sont disséminés dans le parenchyme fondamental. Deux d'entre eux se trouvent en général placés sur l'axe antéro-postérieur de chaque faisceau.

*Pétiole.* — Dans la région inférieure du pétiole on voit encore des cornes; mais celles-ci se réduisent de plus en plus, bientôt le pétiole présente, en section transversale, l'organisation générale suivante: La coupe du pétiole est vaguement pentagonale, à angles arrondis. A la face supérieure il est creusé en gouttière. L'épiderme offre des cellules subisodiamétriques ou un peu élargies tangentiellement. Il est sous-tendu par une ou deux couches de collenchyme très fortement caractérisé. Ces couches augmentent de nombre sous les côtes. Il existe du chlorenchyme sous la forme de petits éléments globuleux ou polyédriques, surtout sous les faces latérales du pentagone et sous l'épiderme de la gouttière. Tout l'intérieur du pétiole est occupé par un parenchyme incolore à très gros éléments. Dans ce parenchyme sont plongés des faisceaux au nombre de cinq à sept, qui présentent tout à fait les caractères décrits dans la gaine, sauf que les arcs péricycliques sont beaucoup moins marqués. Il en est de même pour les canaux sécréteurs. Dans sa partie inférieure le pétiole est encore glabre. Vers le sommet il en est autrement. L'épiderme porte de nombreux poils crispés et crépus, à parois minces, unisériés et pluricellulaires, la cellule terminale étant beaucoup plus longue que les autres.



Digitized by Google

*Limbe ; nervure médiane* (fig. 4). — La nervure médiane fait entièrement saillie à la face inférieure du limbe. Son emplacement est trahi à la face supérieure par une petite

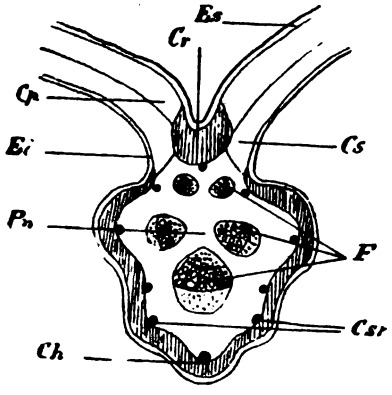



Fig. 4. — Coupe transversale d'ensemble de la nervure médiane chez l'H capitata — *Es*, épiderme supérieur ; *Ei*. épiderme inférieur ; *Cp*, chlorenchyme palissadique ; *Cs*, chlorenchyme spongieux ; *Cr*, collenchyme de la rigole supérieure ; *Ch*, collenchyme hypodermique inférieur ; *Csr*, canaux secréteurs ; *F*, faisceaux libéroligneux ; *Pn*, parenchyme neural fondamental. Grossissement 37/1.

rainure. La nervure offre comme le pétiole, en section transversale, une disposition vaguement pentagonale, les côtes latérales et dorsales étant arrrondies. L'épiderme possède des éléments subisodiamétriques, fortement cuticularisés, mais relativement peu sclérifiés sur les parois extérieures, à parois latérales minces, à parois internes relativement minces aussi. Toute la région hypodermique. saillante à la face inférieure, est occupée par deux à trois assises de collenchyme, très caractérisé et très dense. Le corps du pétiole est occupé par un parenchyme incolore, à gros éléments plus ou moins polyédriques. Les faisceaux sont plutôt rapprochés de la face supérieure. Ils sont au nombre de cinq, mais ce chiffre se réduit avec

Digitized by Google

les sorties dans les nervures latérales. Les faisceaux sont construits comme dans le pétiole, seulement l'endoxyle y est très réduit ou nul. Le plus gros d'entre eux correspond au sommet du pentagone. Le chlorenchyme descend légèrement sur les flancs du pentagone, sans se mettre d'ailleurs en contact avec les faisceaux.

Sous la rainure ventrale de la nervure se trouve une petite bande de collenchyme. L'indument sera décrit à propos du tissu interneural.

*Nervures latérales et nervilles.* — Les nervures latérales ne diffèrent de la nervure principale que par leur réduction du calibre et par conséquent par une diminution quantitative correspondante pour les divers tissus. Quant aux nervilles, elles ne font pour ainsi dire pas saillie à la face inférieure ; elles ne contiennent qu'un petit faisceau, correspondant avec l'épiderme supérieur par une bande de parenchyme neural. Du côté supérieur les nervilles sont toutes pourvues de la rainure caractéristique déjà signalée.

*Tissus interneuraux* (fig. 5). — Ce qui frappe d'abord dans cette espèce, c'est l'hétérodermie. L'épiderme supérieur est absolument dépourvu d'indument. Les cellules sont assez grosses, subisodiamétriques, à parois intérieures et latérales minces, à parois externes médiocrement épaissies, mais recouvertes d'une solide cuticule. Cet épiderme porte de nombreux stomates placés dans le plan de l'épiderme. Les cellules de bordure sont beaucoup plus petites que les cellules annexes, celles-ci étant d'ailleurs peu différentes des éléments épidermiques voisins. Les cellules de bordure possèdent deux becs presque aussi accusés l'un que l'autre, l'extérieur étant cependant seul cuticularisé. Le lumen de ces cellules est nor-

Digitized by Google

malement triangulaire. Les stomates possèdent chacun une spacieuse chambre respiratoire. L'épiderme inférieur a une organisation totalement différente. Il est d'abord

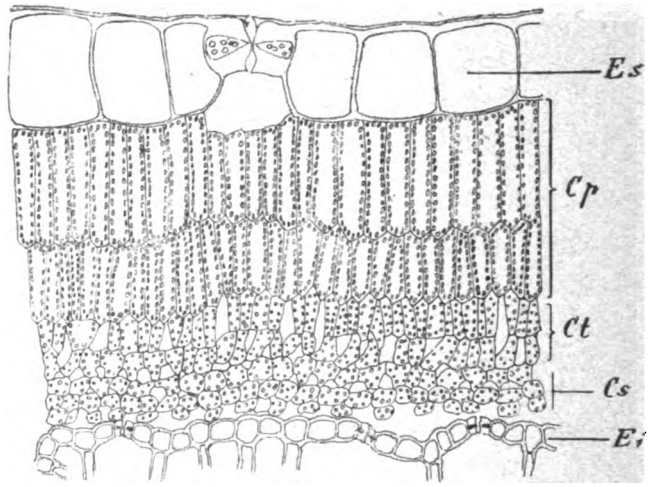



Fig. 5. — Section transversale des tissus interneuraux dans l'H capitata. *Es*, épiderm. supérieur; *Cp*, chlorenchyme palissadique; *Ct*, éléments collecteurs de transition; *Cse* chlorenchyme spongieux; *Ei*, épiderme inférieur. Grossissement 324/1.

recouvert d'innombrables poils, semblables à ceux qui ont été décrits pour le pétiole, mais recroquevillés, ondulés, très longs et enchevêtrés les uns dans les autres, de façon à former un feutre dense et plus épais que toute l'épaisseur du limbe. Les cellules épidermiques ont une cuticule faible et des parois presque également minces de tous les côtés. Elles sont sensiblement plus petites que celles de l'épiderme supérieur. En outre, au lieu d'être toutes placées dans un même plan, elles forment une surface irrégulièrement ondulée. C'est au fond des plis ainsi dessinés que se trouvent généralement des stomates qui sont plus petits que ceux de la face supérieure,

Digitized by Google

quoique sensiblement conformes. Le mésophylle est nettement bifacial. Du côté supérieur, il comprend au moins deux rangées de palissades, tandis qu'à la face inférieure se trouve une couche plus faible de chlorenchyme spongieux, à éléments faiblement rameux. Les palissades sont réunies aux cellules spongieuses par des cellules collectrices faiblement caractérisées.

*Hermas quinquedentata.*

*Gaine.* — La coupe transversale de la gaine de cette espèce présente la forme d'un croissant à concavité très accentuée. Le pourtour est moins sinueux que dans l'espèce precédente. La gaine est recouverte de poils du côté extérieur, mais est glabre à l'intérieur. Les poils sont plus abondants vers le sommmet. Ils sont recroquevillés et crépus, très allongés et enchevêtrés de façon à constituer un feutre. Les parois en sont assez épaissies, peu cutinisées. Les cloisons transversales sont rares. L'épiderme possède des cellules médiocres, un peu étirées tangentiellement, à parois extérieures assez fortement cuticularisées. Cet épiderme est sous-tendu, au moins du côté inférieur, par quelques éléments collenchymateux. Le corps de la gaine est occupé par un parenchyme à gros éléments incolores. Les faisceaux, au nombre d'environ sept, possèdent un péricycle non collenchymateux. Le bois est presque entièrement constitué par des trachées spiralées, sans intercalation de parenchyme, si ce n'est dans la région endoxylaire qui est très peu développée. Le liber forme à la périphérie du bois une mince couche à péricycle périphérique, non collenchymateux. Les canaux sécréteurs sont placés en face du liber de chaque

Digitized by Google

faisceau. En outre il existe quelques canaux plus petits, disséminés sans ordre.

*Pétiole.* — La coupe transversale de la partie inférieure du pétiole a aussi la forme d'un croissant, dont le sommet est formé par une côte assez marquée. Les sinuosités du contour sont moins nombreuses que dans la gaine. La face dorsale du pétiole est recouverte de poils qui forment un feutre moins épais que celui décrit pour la gaine. La face supérieure est glabre. Les cellules de l'épiderme ont une section transversale isodiamétrique ou allongée tangentiellement. Elles ont des parois très épaissies et fortement cuticularisées du côté extérieur. La couche de collenchyme qui sous-tend l'épiderme est forte de deux à quatre assises. La partie intérieure du pétiole est remplie par un parenchyme incolore, dont les éléments sont plus petits dans les parties rapprochées des faisceaux. Ces faisceaux sont en général au nombre de sept, et présentent d'ailleurs la même organisation que dans la gaine. Il en est de même pour les canaux sécréteurs. Quant au chlorenchyme il est très peu développé et apparaît en mince bande sous l'épiderme supérieur et sur une petite étendue des faces latérales.

*Limbe; nervure médiane.* — La nervure médiane fait très fortement saillie en dessous, tandis qu'elle correspond, à la face supérieure, à une rainure très marquée. En section transversale la nervure se rattache au corps de la feuille par un isthme étroit. Sur le côté dorsal l'épiderme possède des éléments médiocres, à parois extérieures très épaissies et cuticularisées, à cuticule plissée. L'épiderme porte de très nombreux poils. A la face supérieure, au fond de la rainure, l'épiderme possède des éléments de forme analogue, tandis que sur les flancs on constate la présence

Digitized by Google

de cellules qui prennent graduellement les caractères de l'épiderme interneural et qui se distinguent de ce dernier par la présence de poils. L'épiderme inférieur est régulièrement sous-tendu par une couche de collenchyme, forte de deux à trois assises. Cette couche se retrouve réduite à une seule assise sous l'épiderme supérieur. Le corps de la nervure est occupé par un parenchyme volumineux, à gros éléments sphérico-polyédriques, à parois minces. Les faisceaux sont au nombre de trois groupés en demi-cercle. Leur structure ne diffère en rien de ceux du pétiole et de la gaine. Les latéraux donnent à droite et à gauche des branches qui se rendent dans les nervures latérales. Pour ce qui est des canaux sécréteurs, leur disposition est extrêmement irrégulière. Il en existe toujours deux ou trois dans le parenchyme qui occupe la concavité des faisceaux. Quant au chlorenchyme, il n'est développé dans la nervure médiane que sous la forme d'une couche à caractère mal défini et souvent inconstante, qui passe sous le collenchyme hypodermique de la face supérieure. Vers le sommet de la feuille le collenchyme hypodermique se réduit à une seule assise sous-tendue d'une mince bande de chlorenchyme.

*Nervures latérales et nervilles.* — Dans ces nervures il n'existe plus qu'un seul faisceau, accompagné d'un gros canal sécréteur qui flanque l'endoxyle. Le bois et le liber ne présentent aucun caractère particulier. En revanche le collenchyme a disparu et le parenchyme qui occupe le corps de la nervure est plus ou moins garni de chloroplastes. Il est intéressant de remarquer que les cellules épidermiques à la face inférieure ont un calibre beaucoup plus considérable que les éléments interneuraux voisins. Les nervures et nervilles font saillie à la face inférieure.

Digitized by Google

En revanche la rainure qui leur correspond à la face supérieure est à peine marquée.

*Tissus interneuraux* (fig. 6). — Dans cette espèce les épi-

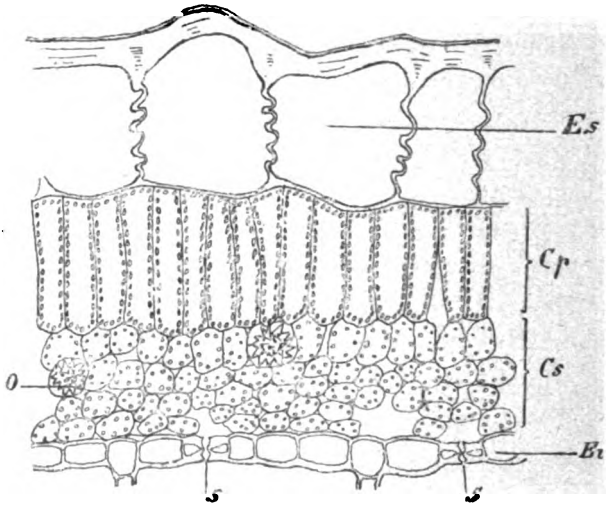



Fig. 6. — Section transversale des tissus interneuraux dans l'H quinquedentata : *Es*, épiderme supérieur ; *Cp*, chlorenchyme palissadique : *Cs* chlorenchyme spongieux ; *O* mâcles d'opalate de chaux ; *Ei*, épiderme inférieur ; *S*, stomate. Grossissement 324/1.

dermes sont remarquablement hétérocytiques. Dans l'épiderme supérieur, les cellules atteignent en hauteur la moitié du diamètre du mésophylle. Leurs parois internes et latérales sont minces, les externes sont très épaissies et fortement cutinisées. Par places ces éléments sont sensiblement plus hauts que larges. Les parois latérales sont ondulées pendant les périodes de sécheresse. Cet épiderme est dépourvu de poils et de stomates. L'épiderme inférieur est microcytique, à éléments d'un calibre plusieurs fois plus petit que l'épiderme supérieur.

Il porte de nombreux poils et d'innombrables stomates

Digitized by Google

Ceux-ci sont insérés au niveau des cellules épidermiques voisines. Leurs arêtes extérieures, entièrement cutinisées sont extrêmement aiguës, les intérieures sont aussi nettement marquées. Les lumens sont triangulaires et rétrécis au contact des lèvres du stomate. Le mésophylle est constitué par une couche de hautes palissades cloisonnées occupant au moins la moitié de l'épaisseur totale du mésophylle et surmontant un chlorenchyme à éléments rameux très serrés.

*Hermas ciliata.*

*Gaine.* — La gaine aplatie et très large de l'*H. ciliata* est formée, en majeure partie, par un parenchyme fondamental incolore, à gros éléments polyédriques. Ce parenchyme diminue graduellement le calibre de ses éléments au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'épiderme, en prenant des allures collenchymateuses.

Au milieu de ce parenchyme se trouve une série de faisceaux, placés les uns à coté des autres, mais séparés par de larges bras parenchymateux. Ces faisceaux ont une forme concave, en section transversale, la concavité étant occupée par un massif de sclérenchyme qui protège l'endoxyle, à éléments parenchymateux plus petits et à parois plus tendres. Le bois est formé par des trachées spiralées serrées, mélangées cependant avec des éléments parenchymateux tendres. Dans certains gros faisceaux, particulièrement développés, le bois a une tendance à former une ceinture concentrique. Le liber forme habituellement, à la périphérie du bois, trois larges bandes dans lesquelles on reconnaît assez facilement les tubes criblés à leur calibre. Les bandes libériennes sont soutenues à l'ex-

Digitized by Google

térieur par une puissante cuirasse de stéréome péricyclique. Les canaux sécréteurs accompagnent les faisceaux libéro-ligneux, à raison de deux par faisceau, ils sont situés assez loin et à peu près à égale distance du péricycle et de l'endoxyle. En outre il existe un certain nombre de canaux sécréteurs disséminés. Quant à l'épiderme, ses caractères sont peu accentués. Il est dépourvu de stomates et porte quelques poils.

*Pétiole.* — Au milieu du pétiole, les différences d'avec la gaine sont encore bien peu marquées. L'épaisseur du parenchyme fondamental a augmenté. Les canaux sécréteurs de la face supérieure se sont fortement rapprochés de l'endoxyle. En outre, les faisceaux ont décidément adopté la forme concentrique avec trois massifs principaux, entourant un îlot central de sclérenchyme endoxylaire (pl. I). Ces caractères persistent dans la partie du pétiole qui avoisine le limbe. Seulement ici, il existe sous l'épiderme supérieur une couche de chlorenchyme assez nette, tandis que sous l'épiderme dorsal se trouve une épaisse couche de collenchyme, à lumen bizarrement anguleux. L'épiderme présente sur les deux faces des caractères très spéciaux sur lesquels nous reviendrons en décrivant le limbe.

*Nervure médiane* (fig. 7). — La nervure médiane ressemble en ceci au pétiole et à la gaine qu'elle est extrêmement large, en forme de ruban. A la face supérieure, on ne s'aperçoit guère de sa présence, car l'épiderme et le chlorenchyme n'y diffèrent en rien des régions interneurales. A la face inférieure, elles présentent trois saillies qui correspondent à trois faisceaux libéro-ligneux. Les faisceaux sont plongés dans un parenchyme fondamental à gros éléments lâches. Ils sont constitués par deux massifs

Digitized by Google

ligneux, se regardant par leur masse ventrale, et séparés par un paquet de parenchyme lignifié. Dans le faisceau médian, le paquet de sclérenchyme entoure encore une

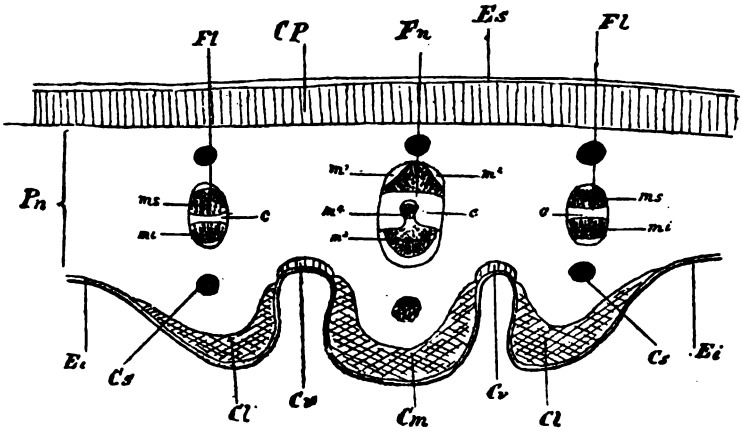



Fig. 7. — Section transversale d'ensemble de la nervure foliaire médiane de l'H ciliata : *Es*, épiderme supérieur; *CP*, chlorenchyme palissadique; *Pn*, parenchyme fondamental; *Ei*, épiderme inférieur; *Cm*, collenchyme de la côte inférieure médiane; *Cl*, collenchyme des côtes inférieures latérales; *Cv*, chlorenchyme vallécuiaire inférieur; *Cs*, canaux sécréteurs; *Fl*, faisceaux latéraux, comprenant une masse libéro-ligneuse supérieure (m s) et une masse libéro-ligneuse inférieure (m i) séparées par une bande endoxylaire (c). *Fm*, faisceaux médians, comprenant deux masses libéro-ligneuses confluentes ($m^1$) ($m^2$), une masse libero ligneuse inférieure ($m^3$), un diverticule libéro-ligneux ($m^4$) et un massif endoxylaire (c). Fortement grossi.

petite masse libéro-ligneuse, qui se détache du faisceau principal, tourné vers la partie dorsale du limbe. L'origine des deux masses libéro-ligneuses se regardant par leur face ventrale s'explique aisément lorsqu'on suit le parcours des faisceaux de la région supérieure du pétiole. On voit que les trois masses libéro-ligneuses constituant le faisceau sont de grosseurs inégales. La plus grosse est tournée du côté inférieur ; les deux autres plus petites se rapprochent du côté supérieur et finissent par se réunir en une seule masse équivalente à celle qui lui fait face. La face dorsale de l'épiderme est sous-tendue dans les côtés par de grosses masses de collenchyme. L'épiderme

Digitized by Google

y est extrêmement microcytique. Quant aux canaux sécréteurs, leur disposition ne présente aucune particularité.

*Nervilles.* — Les nervilles sont entièrement plongées dans le limbe et, sauf la réduction de calibre des massifs constituants, n'offrent rien de particulier.

*Tissus interneuraux.* — L'épiderme supérieur possède des cellules plus hautes que larges, assez grosses, à parois extérieures très épaisses, recouvertes d'une épaisse cuticule, plissés. Les latérales sont minces, pourvues ça et là de quelques ponctuations. Les internes sont épaissies un peu à la façon d'un collenchyme, mais pourvues ça et là de larges ponctuations. Les stomates sont enfoncés à mi-côte de la hauteur de l'épiderme. Leurs cellules de bordure ont un lumen vaguement triangulaire, acuminé du côté des lèvres de l'ostiole. Les arêtes intérieures sont très courtes et à peine indiquées. En revanche, les intérieures sont ascendantes et recouvrent une partie de l'antichambre eisodiale, à la façon d'un toit. Les cellules annexes sont très étroites dans leur partie moyenne, en contact avec le dos des cellules de bordure, et au contraire élargies au-dessus et au-dessous du stomate. L'épiderme inférieur est très différent du précédent. Les parois radiales et internes en sont minces, les extérieures un peu plus épaisses, à cuticule lisse. Elles sont étirées tangentiellement.

Les stomates sont plus petits qu'à la face supérieure, presque de la taille des cellules annexes. Leur organisation est d'ailleurs très semblable à celle qui a été décrite plus haut. A l'inverse de l'épiderme supérieur, les poils abondent. Ils sont recroquevillés, ont des parois relati-

Digitized by Google

vement minces et sont cloisonnés une ou deux fois vers la base.

Le chlorenchyme se compose à la face supérieure de deux assises de hautes palissades, très riches en chloroplastes, à parois minces. Parfois ces cellules sont transformées en idioblastes qui contiennent de grosses mâcles d'oxalate de chaux en oursin. Sous les palissades se trouvent quelques cellules collectrices, beaucoup moins hautes, un peu rameuses. C'est dans cette zone à cellules collectrices que circulent les anastomoses libéro-ligneuses. Sous la zone collectrice se trouve une très épaisse couche de parenchyme spongieux, à éléments rameux, à bras allongés, limitant de volumineux méats intercellulaires. Cette couche spongieuse atteint et dépasse parfois en épaisseur les cellules collectrices et la zone palissadique. A son intérieur circulent des canaux sécréteurs irrégulièrement disséminés.

*Dents.* — Deux mots encore sur les dents si caractéristiques pour cette espèce. Un faisceau se dirige vers chaque dent, faisceau qui s'élargit en entrant dans la dent pour se terminer par un massif de trachéides, entouré par un parenchyme incolore. Lorsqu'on examine les dents jeunes, on les voit terminées par une pointe fine et conique dans laquelle les cellules épidermiques sont plus petites et les parois externes de celles-ci beaucoup plus minces. Plus tard cette pointe se rompt et le parenchyme de l'épithème correspond directement avec l'extérieur. Ce sont donc là de véritables hydathodes dont les fonctions sont facilitées dans la jeunesse par les modifications de l'épiderme porteur d'ailleurs de stomates aquifères assez nombreux et à l'état adulte par la rupture du sommet de la dent.

Digitized by Google

## § III. Conclusions œcologiques et anatomiques.

### A. *Œcologie.*

Les pages qui précèdent ont fait connaître diverses particularités anatomiques intéressantes qui sont dans un rapport étroit avec le milieu spécial dans lequel vivent les espèces du genre *Hermas*. Ces particularités se rapportent à trois ordres de faits : 1° *La protection contre une transpiration exagérée.* 2° *La mise en réserve de l'eau.* 3° *L'héliophilie.*

1° *Protection contre une transpiration exagérée.* — La nature des stations affectionnées par les *Hermas* (rochers arides jusque et au-dessus de 1200 mètres) entraîne forcément une déperdition d'eau considérable, surtout pendant les heures du jour. Parmi les nombreux procédés qui peuvent être mis en œuvre pour parer aux excès de la transpiration, ceux qui sont adoptés ici sont le tomentum, puis l'épaississement et la cuticularisation des parois externes de l'épiderme. Il est à remarquer que ces deux modes de protection s'excluent l'un l'autre, c'est-à-dire que les surfaces protégées par des poils abondants n'ont pas les caractères signalés plus haut dans l'épiderme et vice versa.

On peut résumer les particularités protectrices contre la transpiration de la façon suivante :

*a*) *H. gigantea.* Les poils forment un feutre épais sur les deux faces. Comme corrélatif l'épiderme est sur les deux faces dépourvu de caractères protectifs particuliers. Celui de la face inférieure est même chlorophyllifère.

*b*) *H. villosa.* Pas d'indûment à la face supérieure mais

Digitized by Google

épiderme à cellules épaisses et cuticularisées. Tomentum à la face inférieure et pas de caractère protectif dans l'épiderme de cette face. La page supérieure est dépourvue de stomates, l'inférieure en possède.

*c*) *H. quinquedentata.* Comme l'espèce précédente.

*d*) *H. capitata.* Comme l'espèce précédente, mais stomates à la page supérieure.

*c*) *H. ciliata.* Comme l'espèce précédente, mais organisation plus parfaite par l'enfoncement de stomates.

2° *Mise en réserve de l'eau.* — Quelle que soit l'efficacité des agents protecteurs contre une transpiration exagérée, il est évident que l'utilité de tissus spécialement organisés pour la mise en réserve de l'eau est très grande, étant donné le milieu spécial dans lequel vivent les *Hermas*. C'est l'épiderme qui fonctionne comme réservoir à eau, mais d'une façon appréciable seulement lorsque la surface de la feuille est dégarnie de poils. En outre lorsque l'épiderme est développé comme réservoir à eau, c'est toujours au contact du chlorenchyme palissadique, ce qui est conforme aux données connues de l'anatomie physiologique[1].

Chez l'*H. gigantea*, par exemple, qui est fortement protégé par un épais tomentum et chez lequel la mise en réserve de l'eau se fait par conséquent beaucoup moins fortement sentir, l'épiderme n'offre pas de caractères spéciaux.

Chez l'*H. ciliata*, en revanche, l'hétérocytie des deux épidermes est manifeste. Dans l'épiderme supérieur macrocytique les cellules latérales sont minces et pourvues de quelques ponctuations, les internes sont épaissies,

[1] Voyez Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie*, édit. 2, page 351.

Digitized by Google

mais communiquent avec les cellules palissadiques au moyen de larges ponctuations.

Dans l'*H. capitata*, l'hétérocytie est encore plus accusée; les cellules épidermiques forment de grands réservoirs à eau à la face supérieure.

L'*H. quinquedentata* présente les mêmes caractères, avec cette particularité en plus que les parois radiales se plissent à la façon d'un harmonica en cas de dessication absolument comme dans les célèbres tissus aquifères des *Peperomia*, étudiés par Westermaier et Haberlandt.

L'adaptation la plus remarquable est fournie par l'*H. villosa*, dans lequel l'épiderme supérieur macrocytique développe ses cellules en palissades, à parois internes très minces et à parois radiales se plissant élégamment par la dessiccation. Dans cette espèce les réservoirs à eau sont souvent aussi élevés que tout le tissu assimilateur sous-jacent.

Parmi les *Hermas*, l'*H. ciliata* est le seul dans lequel le tissu assimilateur passe par-dessus les nervures en séparant l'épiderme des faisceaux. Dans cette plante les éléments conducteurs ne communiquent guère directement avec l'épiderme que dans les dents. Cette particularité est d'ailleurs accompagnée d'autres anomalies de structure, ainsi que nous l'avons vu plus haut. Dans les autres espèces, les faisceaux sont reliés avec l'épiderme supérieur par des bandes de parenchyme.

Chez l'*H. villosa* ces bandes de parenchyme ont même des éléments étirés radialement, ce qui facilite naturellement le passage de l'eau amenée des vaisseaux à l'épiderme.

3° *Héliophilie*. — Chez aucun *Hermas* l'héliophilie ne va jusqu'à donner au chlorenchyme une organisation cen-

Digitized by Google

trique. En tête des *Hermas*, au point de vue de l'héliophilie, on peut placer l'*H. villosa*, pourvu de deux rangées de grandes palissades et de deux rangées sous-jacentes de cellules à caractères palissadiques moins accusés; le chlorenchyme spongieux à éléments arrondis est très peu développé. Puis viendrait l'*H. capitata* où le chlorenchyme spongieux est beaucpup plus développé, et l'*H. quinquedentata*, où les palissades se réduisent à une seule haute assise.

Dans l'*H. ciliata* la limite entre le chlorenchyne palissadique et le chlorenchyme spongieux est absolument tranchée. Le chlorenchyme spongieux a des éléments séparés par d'énormes méats aérifères. Il est à remarquer que dans cette espèce le tomentum, qui recouvre la face inférieure, est formé par des poils très recroquevillés, ressemblant beaucoup à ceux que Haberlandt figure pour le *Banksia stellata*, et qui constituent une protection efficace contre l'accès de l'air extérieur.

L'espèce la moins héliophile est l'*H. gigantea*, dans laquelle les palissades sont à peine différenciées. Les caractères négatifs de cette plante à ce point de vue sont évidemment en rapport avec l'existence d'un feutre épais sur les deux faces de la feuille.

4° *Hydathodes.* — Il est probable que les dents de l'*H. villosa* fonctionnent comme hydathodes dans leur jeunesse, mais, à l'état adulte, les cellules qui en occupent le sommet ont des parois très épaissies qui sont sans rapport avec les fonctions hydathodiques. Il en est autrement dans l'*H. ciliata* où les dents ont l'organisation des hydathodes les plus typiques avec un renflement considérable du massif trachéidal au milieu de l'épithème. Le fonctionnement de ces hydathodes mériterait d'être étudié sur



Digitized by Google

place. Il est singulier que ces organes soient précisément développés sur les feuilles d'une espèce qui nous a déjà présenté de nombreuses anomalies.

### *B. Anatomie.*

Bon nombre des caractères anatomiques des *Hermas* ne peuvent pas être mis en relation directe avec le milieu extérieur. Signalons les caractères suivants comme étant les plus importants.

Tout d'abord il convient de mentionner les anomalies de structure du système libéro-ligneux dans la gaine, le pétiole et les grosses nervures. Ainsi le faisceau de la gaine peut être immergé dans une cuirasse scléreuse péricyclique et endoxylaire enveloppant des îlots de liber (*H. gigantea.)* Ce manteau peut rester parenchymateux (*H. villosa.*)Ainsi encore les faisceaux du pétiole de l'*H. gigantea* sont entièrement fermés comme ceux des rhizomes des *Convallaria* et des *Polygonatum*, à manchon ligneux continu, à endoxyle central.

Enfin dans l'*H. ciliata* les faisceaux adoptent dans le pétiole une forme concentrique, mais avec trois massifs libéro-ligneux principaux entourant un îlot endoxylaire central. Dans la nervure médiane du limbe, cette structure se modifie par un processus singulier qui donne deux faisceux opposés par leur face ventrale. L'un de ces faisceaux possède en outre sur sa face ventrale un diverticule libéro-ligneux plongé dans l'endoxyle. Ces anomalies sont en partie *nouvelles pour la famille des Ombellifères* et méritaient d'être mises en évidence.

Quant aux autres caractères relatifs à la distribution

Digitized by Google

du collenchyme dans la gaine, le pétiole et les nervures, le nombre et la situation des canaux sécréteurs, la distribution des oursins d'oxalate de chaux, etc., ce sont là des détails d'intérêt spécifique, qui n'offrent rien de saillant par rapport aux autres Ombellifères connues.

## § IV. Conclusions systématiques.

Les cinq espèces que nous venons d'étudier ne possèdent pas, dans leurs feuilles, des caractères anatomiques *communs* permettant de reconnaître, à coup sûr, le genre *Hermas* de tous les autres genres d'Ombellifères. En revanche, ces espèces se distinguent admirablement les unes des autres par une foule de caractères anatomiques. C'est à tel point que, pour faire une clef analytique exprimant les affinités telles qu'elles ressortant de la structure de la feuille, il faudrait reproduire presque en entier notre § descriptif. Nous nous bornons donc aux indications sommaires suivantes, renvoyant aux descriptions pour de plus amples détails.

I. Epais feutre pileux sur les deux faces de la feuille. Epidermes homocytiques ou presque homocytiques à petits éléments, sur les deux faces. Mésophylle à chlorenchyme palissadique peu net. Faisceaux de la gaine en partie concentrique... *H. gigantea.*

II. Poils nuls ou presque nuls à la face supérieure. Epidermes hétérocytiques. Mésophylle à une ou plusieurs rangées de palissades nettement développées.

1. Mésophylle interrompu par le parenchyme neural. Nervures foliaires à faisceaux plus ou moins disposés en arcs et simples.

Digitized by Google

A. Stomates dans l'épiderme supérieur ; celui-ci à parois extérieures médiocrement épaissies *H. capitata*.

B. Pas de stomates à la face supérieure ; épiderme à parois extérieures très épaisses, à parois latérales s'ondulant par la dessication.

*a*) Cellules de l'épiderme supérieur plus ou moins palissadiques en section transversale ; plusieurs rangées de palissades... *H. villosa*.

*b*) Cellules de l'épiderme supérieur nettement palissadiques en section transversale ; une seule rangée de palissades... *H. quinquedentata*.

2. Mésophylle à chlorenchyme palissadique non interrompu par les nervures. Nervures foliaires médianes à faisceaux parallèles divisés en deux masses qui se regardent par leur face ventrale. Chlorenchyme spongieux très épais et très lacuneux... *H. ciliata*.

Digitized by Google

VIII

# MÉLANGES

M. Briquet présente une *note sur la carpologie du Bupleurum croceum* Fenzl *et du Bupleurum Heldreichii* Boiss. — La section *Perfoliata* du genre *Bupleurum* comprend, comme on sait, un très petit nombre d'espèces caractérisées, au point de vue carpologique, par l'absence de bandelettes dans les méricarpes. Nous avons décrit récemment en détail les *B. rotundifolium* et *intermedium*[1] et désirons compléter ici nos observations par l'analyse des *B. croceum* et *Heldreichii*. Quant au *B. lophocarpum*, spécial à l'Orient comme les deux espèces précédentes, son organisation unique dans le genre *Bupleurum* soulève des questions compliquées qui ne peuvent être traitées en abrégé et dont nous renvoyons l'étude à un autre article.

Le *B. croceum* se place à côté du *B. rotundifolium* dans la sous-section *Lævia*, car il possède des méricarpes à vallécules absolument lisses et des côtes fines à peine saillantes. L'épicarpe est constitué par de très petits éléments, d'apparence collenchymateuse, à parois externes très épaisses, mais purement cellulosiques, recouvertes d'une fine cuticule. — L'épicarpe est sous-tendu par un hypoderme parenchymateux, à petits éléments étirés tangentiellement. Cet hypoderme est continu tout autour du méricarpe; il passe sous les côtes qui sont occupées par deux ou trois cellules fortement collenchymateuses. — Le mésocarpe est occupé par d'énormes

[1] Briquet, *Monographie des Buplèvres des Alpes maritimes*, p. 26 et suiv., 61 et 64 (dans Burnat, *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes*).



Digitized by Google

cellules parenchymateuses, à parois minces, ± palissadiques, orientées perpendiculairement à l'épicarpe. Ces cellules contiennent quelques chloroplastes, mais leur utricule primordial qui a une capacité considérable de suc cellulaire indique évidemment que l'on a affaire à des *réservoirs aquifères*. Ce qui confirme cette interprétation, c'est le fait qu'en se desséchant les parois radiales des cellules se replient en forme d'harmonica. Au-dessus des faisceaux, les cellules sont plus courtes, mais conservent tous leurs caractères. — Le parenchyme aquifère vient s'appuyer intérieurement contre une assise hypendocarpique, à éléments très étirés tangentiellement; les parois de cette assise qui sont en contact avec l'endocarpe sont collenchymateuses. L'endocarpe a des éléments conformés comme ceux de l'assise précédente, à parois fortement collenchymateuses, sauf les radiales. — Les cinq faisceaux angulaires sont remarquables par la présence d'un bois très développé, à petits éléments très nombreux fortement lignifiés et sclérifiés, qui constitue une vraie colonne de soutien de section ± elliptique. Le liber et le péricycle sont réduits à quelques éléments du côté extérieur du bois. Le faisceau est enveloppé d'une gaine parenchymateuse, à éléments médiocres, de section polygonale. — Il n'y a pas de bandelettes.

En résumé le fruit du *B. croceum* diffère très nettement de celui du *B. rotundifolium*, par la présence d'un hypoderme différencié sous l'épicarpe et sous l'endocarpe, par le collenchyme des côtes, par la présence d'un tissu aquifère palissadique hautement développé, et par le développement du bois dans les faisceaux.

Le *B. Heldreichii* possède comme le *B. intermedium* des vallécules pourvues de nombreuses saillies secondaires qui donnent à la section transversale du méricarpe une apparence absolument semblable à celle de cette dernière espèce (voy. notre monogr. l. c. fig. 12). Le *B. Heldreichii* rentre donc dans la sous-section *Rugosa*. — L'épicarpe est constitué comme chez le *B. intermedium*. Il en est de même pour la partie parenchymateuse du mésocarpe, dont les éléments, disposés sur plusieurs rangs, conservent longtemps leurs

Digitized by Google

chloroplastes et ont une tendance à s'allonger suivant le rayon. — Le collenchyme hypépicarpique qui, chez le *B. intermedium*, forme une puissante zone dans la région externe du mésocarpe, est ici très réduit. Il ne remplit pas intégralement les saillies, et n'atteint guère au contraire qu'une épaisseur de 2 ou 3 assises, sauf quand les saillies sont très étroites. En outre, les parois des cellules sont beaucoup moins épaisses que chez le *B. intermedium*. — Le collenchyme hypendocarpique est en revanche très développé, surtout en face des côtes ; il atteint plusieurs assises d'épaisseur, mais les éléments en sont très vite écrasés, de sorte qu'à l'état adulte, ce collenchyme forme un magma brillant étroitement appliqué contre l'endocarpe. Ce dernier est formé par des éléments parallélipipédiques, allongés tangentiellement, à parois radiales minces, à parois internes et externes fortement épaissies à la façon d'un collenchyme. — Quant aux faisceaux, ils ne diffèrent point de ceux du *B. intermedium*, seulement ils ne sont pas enveloppés par du collenchyme, mais par une gaine parenchymateuse. — Il n'y a pas de bandelettes.

En résumé le *B. Heldreichii* diffère surtout du *B. intermedium* par son collenchyme hypépicarpique très peu développé et ses faisceaux entourés d'une gaine parenchymateuse.

On voit par ces deux exemples, qui permettent de séparer nettement des espèces voisines au moyen de l'organisation interne du fruit, combien la classification spéciale des Ombellifères gagnerait à une utilisation systématique de l'anatomie du fruit.

---

M. Briquet présente une note *sur l'organisation et le mode de dissémination du fruit chez le Bupleurum lophocarpum* Boiss. et Bal. — Balansa a découvert jadis dans le Taurus de Cilicie un Buplèvre aux fruits singuliers que Boissier a décrits en ces termes : « fructu magno oblongo jugis in alas alternatim dextrorsum et sinistrorsum spongiose inflatas dilatatis. » Cette description laconique et peu claire se rapporte à une

Digitized by Google

organisation que nous ne connaissons chez aucune autre Ombellifère et qui mérite d'être examinée de plus près.

Les méricarpes mûrs du *B. lophocarpum* sont oblongs, longs de 4 mm. et atteignant un diamètre maximum de 2,5 mm. dans le sens commissural, de 1 — 1,5 mm. seulement dans le sens antéro-postérieur. Les cinq côtes développées en ailes hautes de 0,5 — 0,8 mm. ont une organisation différente suivant qu'il s'agit des ailes *commissurales* ou des ailes *latérales* et *dorsale*. — Les ailes latérales et dorsale sont, comme a voulu l'indiquer Boissier, très fortement ondulées en sinusoïde régulière, les arcs dépassant alternativement à droite et à gauche l'axe de l'aile d'env. 0,2 mm. Il importe de remarquer que la ligne même d'insertion des ailes n'est pas ondulée, mais que l'ondulation est très marquée sur les marges, d'où il résulte que les ailes sont gonflées en voiles alternativement à gauche et à droite. Le nombre des *voiles* est habituellement de 8 dans chaque sens; leur diamètre est d'environ 0,2 — 0,3 mm. — Les ailes commissurales courrent, en droite ligne, tout le long des côtes commissurales sans présenter les caractères qui viennent d'être décrits. C'est à peine si elles montrent çà et là une vague trace d'ondulation. — Les vallécules sont creusées en sillons entre les ailes.

L'anatomie des méricarpes permet de vérifier l'alternance régulière des voiles à gauche et à droite. Elle met en outre en évidence les caractères suivants : L'épicarpe possède des éléments médiocres, à parois extérieures relativement minces, recouvertes d'une cuticule striée, plus épaisse sur les cellules du sommet des ailes. Le mésocarpe est constitué par une première assise hypodermique à petits éléments très riches en chloroplastes. Sous ce chlorenchyme hypodermique, se trouvent deux ou trois couches de parenchyme pauvre en chloroplastes, à gros éléments polyédriques. L'endocarpe a des éléments parallélipipédiques à parois internes et externes épaissies à la façon d'un collenchyme. Il n'y a pas trace de bandelettes. Les faisceaux, au nombre de cinq, sont placés à la base des ailes contre l'endocarpe; leur bois est pauvre en éléments mécaniques. Les ailes sont dépourvues d'éléments mécaniques; les deux épidermes ne sont séparés, sauf à la

Digitized by Google

base, que par 1 — 2 (— 3) assises de parenchyme mésocarpique. L'endosperme et l'embryon n'offrent aucun caractère particulier.

L'organisation remarquable du fruit oblige à créer pour le *B. lophocarpum* une sous-section *Lophocarpa*, parallèle à nos groupes *Lævia* et *Rugosa*. Mais l'intérêt qui s'attache à ces fruits ne s'arrête pas là. On sait que les ailes du fruit ont, chez les Ombellifères, une importance pour la dissémination. Les méricarpes du *B. lophocarpum* méritent d'être envisagés à ce point de vue. Le poids total d'un méricarpe sec varie entre 0,002 et 0,0035 milligrammes. Lorsqu'on le laisse tomber, il descend assez rapidement en tournant sur lui-même et en décrivant une courbe qui varie avec la vitesse du vent. Placé sur le sol, le méricarpe fuit sous le vent en exécutant des bonds irréguliers. Ce dernier mode de locomotion est vraisemblablement le plus habituel, comme chez les autres Buplèvres à fruits ailés *(B. stellatum, B. petræum)*; mais il est hors de doute *que l'ondulation en sinusoïde des ailes dénote une adaptation à la locomotion par le vent plus avancée que chez les espèces qui viennent d'être citées.* L'efficacité de la voilure est non seulement plus grande à cause de *l'augmentation de surface des ailes*, mais aussi *à cause de la forme des voiles.* Lorsque le vent vient frapper les ailes planes, il s'échappe à droite et à gauche en ayant peu perdu de sa force, tandis que chez le *B. lophocarpum il s'engouffre dans de véritables poches, d'où il doit sortir en tourbillonnant et en cédant beaucoup plus de force vive.*

Quant aux ailes commissurales planes, nous nous rendons difficilement compte de leurs fonctions; il ne serait toutefois pas impossible qu'elles jouent un rôle comme gouvernail.

La distribution géographique du *B. lophocarpum* étant encore inconnue, il serait téméraire de vouloir disserter sur les rapports qui peuvent exister entre elle et le mode de dissémination. Mais, même en supposant que cette espèce soit très localisée en Asie Mineure, il faudrait se garder de conclure au peu d'efficacité de l'adaptation étudiée ci-dessus avant de connaître les conditions biologiques extérieures que le *B. lophocarpum* réclame.

---

Digitized by Google

## *Sur la biologie florale de quelques Dianthus,*
par M. John Briquet.

1. Nous avons eu l'occasion en 1895 d'attirer l'attention sur la gynodiœcie du *D. inodorus* (L.) Kern. (*D. silvestris* Wulf), laquelle avait déjà été signalée auparavant par M. Schulz [1]. Nous revenons en deux mots aujourd'hui sur ce phénomène parce qu'il a donné lieu à une erreur systématique, que nous avons faite après Reichenbach [2] et que MM. Rouy et Foucaud ont reproduite dans leur *Flore française* en lui donnant une plus grande publicité [3]. — On sait, à la suite des observations de M. Schulz et des nôtres, que le *D. inodorus* se présente sous deux états sexuels différents. Dans l'état *hermaphrodite*, le calice est allongé, la corolle a un limbe très grand, les 10 étamines protandriques se développent en deux fois, émettent leur pollen, et se rejettent entre les pétales où elles perdent leurs anthères. Ce n'est qu'après l'émission du pollen par les 5 étamines, internes, que les styles s'allongent et viennent occuper la place précédemment tenue par les étamines sans jamais venir en contact avec elles. — Dans l'etat *femelle*, le calice est bien plus court, le limbe des pétales est beaucoup plus petit (parfois presque deux fois plus court), les étamines sont atrophiées, les styles font seuls saillie. — Comme M. Schulz, nous avons observé en Savoie de nombreuses transitions entre les états ☿ et ♀. — Or l'état femelle du *D. inodorus* représente précisément la variété *tergestinus* du *D. inodorus* (*D. tergestinus* Reichb.) Cette variété qui est un état sexuel et non point une unité systématique doit donc être rayée des catalogues. Il y aurait lieu de faire au point de vue biologique une revision de la systématique du genre *Dianthus*, dans laquelle d'autres erreurs de ce genre ont fort bien pu se glisser.

[1] Briquet in *Arch. des Sc. phys. et nat.* 3me pér. XXXIV p. 580, 1895.

[2] Briquet. *Le mont Vuache,* étude de floristique, p. 82, ann. 1894.

[3] Rouy et Foucaud, *Flore française,* III, p. 195.

Digitized by Google

Nous saisissons cette occasion pour communiquer des observations biologiques faites en 1896 dans la haute vallée de la Stura (Alpes maritimes italiennes) sur les *D. furcatus* Balb. et *D. neglectus* Lois.

2. *D. furcatus* Balb. — Cette espèce qui abonde sur la Cima di Vaccia, au-dessus de Pietra Porzio, vers 2000 m., à des fleurs relativement petites qui se présentent sous deux états ☿ et ♀. — Dans les fleurs ☿ la corolle est rose pâle; les pétales ont un limbe étalé, vaguement lozangique, irrégulièrement denticulé au sommet, glabre. Parfois les limbes se recouvrent deux à deux, ce qui donne l'apparence d'une corolle 3mère ou 4mère, mais elle est 5mère dans tous les cas. Les 10 étamines s'allongent en 2 fois, d'abord les 5 extérieures, puis les 5 intérieures. Les anthères linéaires, à connectif médian, sont d'abord droites et extrorses, puis elles prennent généralement une position perpendiculaire à la direction des filets. Au fur et à mesure que le pollen est émis, les filets se recourbent sur et entre les pétales, et les anthères tombent. Ce n'est qu'alors que les styles s'allongent et développent des papilles stigmatiques autour d'un stigmate en forme de massue. Les fleurs sont donc allogames par protandrie très accusée; l'autopollination est normalement totalement exclue. La pollination se fait par l'intermédiaire de nombreux papillons. Le nectar gît au fond du tube calicinal; la longueur des trompes exigée pour son extraction est de 10 à 14 millimètres. — Les fleurs ♀ sont un peu plus petites (diamètre de la corolle ☿ jusqu'à 1,5 cm.; diamètre de la corolle ♀ 0,8 — 1 cm.) Les étamines sont réduites à des rudiments inclus et stériles. Les styles sont au contraire plus longuement saillants que dans les fleurs ☿, claviforme au sommet et très papilleux tout autour du sommet pourvus à leur face interne d'innombrables papilles qui descendent fort bas. Ici aussi bien que dans les fleurs ☿ l'entrée du tube est excessivement étroit. Les échantillons sont habituellement gynodioïques, plus rarement gynomonoïques.

3. *D. neglectus* Loisel. — Observée dans la même localité que l'espèce précédente, cette plante présente aussi une for-

Digitized by Google

me ☿ et une forme ♀, avec des formes oligandriques intermédiaires. — Les fleurs ☿ sont bien plus grandes (diamètre de la corolle 2-3 cm.), à pétales pourvus d'un limbe étalé de forme analogue à celui de l'espèce précédente mais bien plus fortement incisé extérieurement, d'un rose vif et pubescent à la face supérieure, d'un jaune verdâtre et glabre en-dessous, lavés de rose sur les bords. Autour de l'entrée du tube, il y a un cercle d'un gris noirâtre; les onglets sont verdâtres en dedans. Les étamines se développent exactement comme dans le *D. furcatus*, ainsi que les styles. Le nectar, pour être butiné, exige une longueur de trompe de 12-15 mm. La longueur du tube n'est donc guère plus grande que dans l'espèce précédente, quoique les pétales soient plus grands. Le diamètre de l'entrée du tube atteint et dépasse parfois 1,5 mm. L'entrée en est cependant rendue difficile aux fourmis par le fait que les étamines sont moins saillantes que dans l'espèce précédente et que les poils des pétales arrivent jusqu'à l'entrée qu'ils obstruent parfois presque complètement. Le *D. neglectus* est visité par de nombreux papillons. — Les fleurs ♀ sont organisées exactement sur le type de celles du *D. furcatus*; le diamètre de la corolle est de 1,7-2 mm. — Dans cette espèce, comme dans la précédente, l'allogamie est la *règle* et l'autopollination impossible dans les conditions normales; seulement l'appareil d'attrait (corolle) est beaucoup plus voyant et les tubes nous ont paru plus visités des papillons que ceux de l'espèce précédente. La plupart des échantillons sont gynodioïques, quelques-uns seulement sont gynomonoïques.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

# BULLETIN

DU

# LABORATOIRE

DE

# BOTANIQUE GÉNÉRALE

DE

# L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

RÉDIGÉ SOUS LA DIRECTION

DU

**Dr John BRIQUET**
Directeur du Jardin botanique de Genève,
Conservateur de l'Herbier Delessert,
Privat-docent à l'Université.

---

VOLUME III

No 1.

SOMMAIRE :

I. Dissémination des graines par les poissons, par G. Hochreutiner.
II. Recherches anatomiques et biologiques sur le fruit du genre Œnanthe, par John Briquet (avec 11 figures dans le texte).
III. Note sur un nouveau Sphacele des Antilles, par John Briquet.
IV. Note sur un nouveau Clinopode du Valais, par John Briquet.
V. Note préliminaire sur le Pimpinella Bicknellii, par John Briquet.
VI. Note sur les hydathodes foliaires des Scolopia, par John Briquet.
VII. Anatomie comparée de la feuille dans le genre Hermas, par Emile Duboule (avec 7 figures dans le texte et 1 planche).
VIII. Mélanges.

---

**Juin 1899.**

GENÈVE
IMPRIMERIE ROMET, 26, BOULEVARD DE PLAINPALAIS
1899

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

# BULLETIN

DE

# L'HERBIER BOISSIER

SOUS LA DIRECTION DE

**EUGÈNE AUTRAN**

Conservateur de l'Herbier.

---

**Tome VII. 1899.**

---

Ce Bulletin renferme des travaux originaux, des notes, etc., de botanique systématique générale. Il paraît à époques indéterminées.

---

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tome | I (1893), | 715 | pages, | 28 | planches | et 3 | appendices. | |
| » | II (1894). | 769 | » | 32 | » | et 4 | » | |
| » | III (1895), | 706 | » | 18 | » | et 1 | » | |
| » | IV (1896), | 963 | » | 9 | » | et 3 | » | |
| » | V (1897), | 1135 | » | 25 | » | et 2 | » | |
| » | VI (1898), | 1031 | » | 19 | » | et 2 | » | et 14 planches. |

---

**Prix de l'Abonnement**

15 FRANCS PAR AN POUR LA SUISSE. — 20 FRANCS PAR AN POUR L'ÉTRANGER.

---

Les abonnements sont reçus à l'HERBIER BOISSIER, à CHAMBÉSY près Genève (Suisse).

---

**OBSERVATION**

Les auteurs des travaux insérés dans le *Bulletin de l'Herbier Boissier* ont droit gratuitement à trente exemplaires en tirage à part.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

---

GENÈVE — IMPRIMERIE ROMET, BOULEVARD DE PLAINPALAIS

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BOUND

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 03098 0687
LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google